Mixed-Domain-Oszilloskope

MDO4000-Serie Datenblatt

Funktionen und Vorteile

Die wichtigsten Leistungsdaten

- 4 analoge Kanäle
  - Modelle mit 1 GHz, 500 MHz, 350 MHz und 100 MHz Bandbreite
- 16 digitale Kanäle
  - Die Hochgeschwindigkeitserfassung mit MagniVu™ ermöglicht eine hohe Zeitauflösung von 60,6 ps
- 1 HF-Kanal
  - Modelle mit den Frequenzbereichen von 50 kHz bis 3 GHz und 50 kHz bis 6 GHz
  - Sehr große Erfassungsbandbreite ≥ 1 GHz
- Passive Spannungstastköpfe, 500 MHz oder 1 GHz analoge Bandbreite, 3,9 pF kapazitive Last

Wichtige Leistungsmerkmale

- Mixed-Domain-Analyse
  - Zeitkorrelierte Erfassung von analogen, digitalen und HF-Signalen in einem Gerät
  - Wave Inspector®-Steuerung für einfache Navigation in zeitkorrelierten Daten im Zeit- und Frequenzbereich
  - Amplitude, Frequenz und Phase im Vergleich zu abgeleiteten Signalformen aus dem HF-Eingang
  - Wählbare Spektrumzeit zur Erkennung und Analyse von zeitabhängigen HF-Spektrumsänderungen - selbst bei angehaltener Erfassung
- Spektralanalyse
  - Spezielle Bedienelemente auf dem Frontpaneel für häufig durchzuführende Aufgaben
  - Automatisierte Peak-Marker zur Kennzeichnung der Frequenz und Amplitude spektraler Peaks
  - Manuelle Marker für Non-Peak-Messungen
  - Kurventypen sind: Normal, Mittelwert, Max-Hold und Min-Hold
  - Detektorentypen sind: +Peak, -Peak, Mittelwert und Sample
  - Spektrogrammanzeige für ein vereinfachtes Erkennen und Analysieren von sich langsam verändernden HF-Phänomenen
  - Automatische Messungen umfassen: Kanalleistung, ACPR und belegte Bandbreite (OBW)
  - Trigger auf HF-Leistungspegel
  - Getriggerte oder Freilauf-Spektralanalyse
- Optionale serielle Triggerung und Analyse – Serielle Protokolltriggerung, Dekodierung und Suche für I²C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 und I²S/LJ/RJ/TDM
- Helles 10,4 Zoll (264 mm) XGA-Farbdisplay
- Kleine Stellfläche, geringes Gewicht – nur 147 mm tief und 5 kg schwer

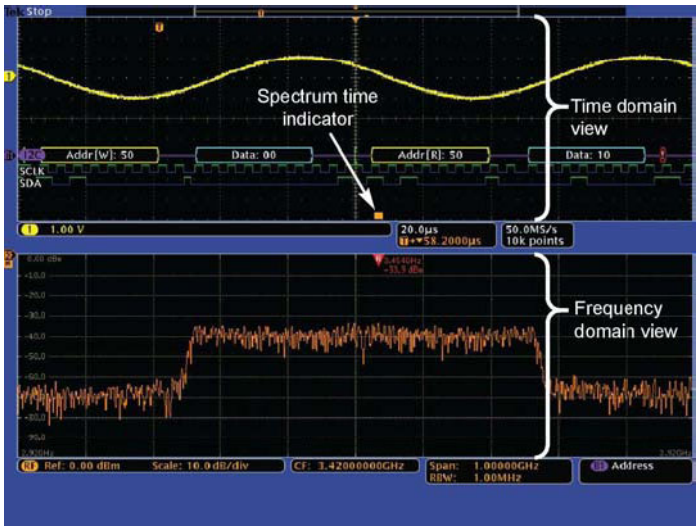
Anschlussmöglichkeiten

- Zwei USB 2.0-Hostanschlüsse auf dem Frontpaneel und zwei auf der Rückseite zum schnellen und bequemen Speichern und Drucken von Daten sowie zum Anschluss einer USB-Tastatur
- USB 2.0-Geräteanschluss auf der Rückseite für den einfachen Anschluss an einen PC oder für direktes Drucken über einen PictBridge®-kompatiblen Drucker
- Integrierter 10/100/1000BASE-T-Ethernet-Port für Netzwerkanschluss sowie Videoausgang zum Übertragen des Oszilloskopdisplays an einen externen Monitor oder Projektor

Optionale anwendungsspezifische Lösungen

- HF-Komfort-Triggerung
- Leistungsanalyse
- Grenzwert- und Maskentests
- HDTV- und benutzerdefinierte Videoanalyse

Tektronix®



Die obere Hälfte des Bildschirms des MDO4000 ist eine Zeitbereichsansicht der analogen und digitalen Kanäle, die untere Hälfte ist eine Frequenzbereichsansicht des HF-Kanals. Der orangefarbene Balken – die Spektrumzeit – gibt den Zeitraum für die Berechnung des HF-Spektrums an.

Gewinner von mehr als zehn Branchenpreisen

Einführung in das Mixed-Domain-Oszilloskop

Das MDO4000 Mixed-Domain-Oszilloskop ist das weltweit erste und einzige Oszilloskop mit integriertem Spektrumanalysator. Zum ersten Mal ist es möglich, zeitkorrelierte analoge, digitale und HF-Signale zu erfassen und eine vollständige Systemansicht des Prüflings zu erhalten. Sowohl der Zeit- als auch der Frequenzbereich sind auf einen Blick sichtbar. Somit können Sie das HF-Spektrum für jeden beliebigen Zeitpunkt anzeigen und Veränderungen des Spektrums in Abhängigkeit von der Zeit oder vom Zustand des Prüflings erkennen. Lösen Sie die kompliziertesten Design-Aufgaben schnell und effizient.

Basierend auf unserem Marktführer, der MSO4000B-Serie, können Sie jetzt mit Ihrem gewohnten Messmittel, dem Oszilloskop, Analysen im Frequenzbereich vornehmen, ohne sich in Spektrumanalysatoren einarbeiten zu müssen. Die Leistungsfähigkeit der MDO4000-Serie geht jedoch weit über die Möglichkeit hinaus, den Frequenzbereich wie mit einem Spektrumanalysator anzeigen zu können. Die tatsächliche Leistung des MDO4000 liegt in seiner Fähigkeit, Ereignisse im Frequenzbereich mit den Phänomenen im Zeitbereich zu korrelieren, die diese Ereignisse ausgelöst haben.

Wenn sowohl der HF-Kanal als auch analoge oder digitale Kanäle aktiviert sind, ist der Oszilloskopbildschirm in zwei Ansichten unterteilt. Die obere Hälfte des Bildschirms ist eine herkömmliche Oszilloskopansicht des Zeitbereichs. Die untere Hälfte der Anzeige ist eine Frequenzbereichsansicht des HF-Eingangs. Beachten Sie, dass die Frequenzbereichsansicht nicht einfach nur eine FFT-Darstellung der analogen oder digitalen Kanäle im Gerät ist, sondern das über den HF-Eingang erfasste Spektrum darstellt.

Ein anderer wichtiger Unterschied besteht darin, dass Sie mit herkömmlichen FFTs auf dem Oszilloskop entweder die gewünschte Ansicht der FFT-Anzeige oder die gewünschte Ansicht Ihrer anderen relevanten Zeitbereichssignale erhalten, jedoch nie beide gleichzeitig. Der Grund dafür ist, dass herkömmliche Oszilloskope nur über ein einziges Erfassungssystem mit einem einzigen Satz von Benutzereinstellungen verfügen, wie Aufzeichnungslänge, Abtastrate und Zeit pro Unterteilung, die allen Datenansichten zugrunde liegen. Bei der MDO4000-Serie verfügt der HF-Eingang über ein eigenes Erfassungssystem, das zwar von den Erfassungssystemen der analogen und digitalen Kanäle unabhängig ist, jedoch in zeitlicher Korrelation mit ihnen steht. Dadurch kann jeder Bereich optimal konfiguriert werden und bietet eine vollständige zeitkorrelierte Systemansicht aller relevanten analogen, digitalen und HF-Signale.

Das in der Frequenzbereichsansicht gezeigte Spektrum basiert auf dem Zeitbereich, der von dem kurzen orangefarbenen Balken in der Zeitbereichsansicht – „Spektrumzeit“ genannt – angegeben wird. In der MDO4000-Serie kann das Spektrumzeit-Intervall durch den Erfassungsspeicher verschoben werden, um zeitliche Veränderungen des HF-Spektrums zu analysieren. Das funktioniert sowohl im Live-Betrieb als auch bei angehaltener Signalerfassung.

Die Abbildungen 1 bis 4 zeigen eine einfache alltägliche Anwendung – das Regeln eines VCO/PLL. Diese Anwendung veranschaulicht die leistungsstarke Verbindung von Zeit- und Frequenzbereich durch das MDO4000. Mit seiner sehr großen Erfassungsbandbreite und der Fähigkeit, das Spektrumzeit-Intervall durch den Erfassungsspeicher zu verschieben, umfasst diese Einzelaufzeichnung den gleichen Spektralinhalt wie etwa 1500 einzelne Testkonfigurationen und -erfassungen auf einem herkömmlichen Spektrumanalysator. Noch nie zuvor war das Korrelieren von Ereignissen, Beobachten von Interaktionen oder Messen von Timing-Latenzen zwischen zwei Bereichen so einfach – und noch nie konnte ein so schneller Einblick in die Funktionsweise des Prüflings geboten werden.

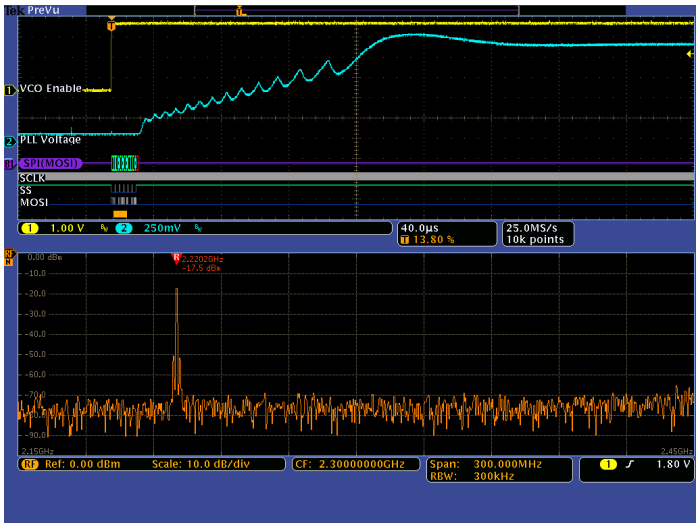


Abbildung 1 – Zeit- und Frequenzbereichsansicht zum Einschalten einer PLL. Kanal 1 (gelb) zeigt das Einschaltsignal des VCO. Kanal 2 (cyanblau) zeigt den Verlauf der Regelspannung des VCO. Der SPI-Bus, der die PLL mit der gewünschten Frequenz programmiert, wird mit drei digitalen Kanälen abgetastet und automatisch dekodiert. Beachten Sie, dass die Spektrumzeit nach der VCO-Aktivierung, zeitgleich zum SPI-Steuerbefehl für die gewünschte Frequenz platziert wird.

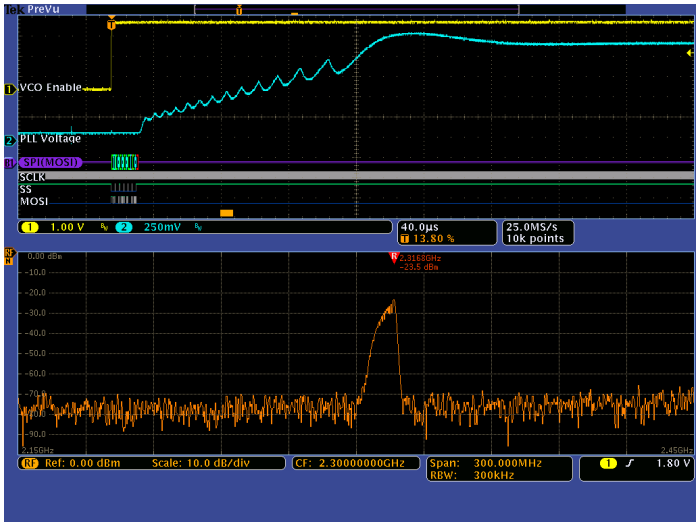


Abbildung 2 – Die Spektrumzeit wird um ca. 60 µs nach rechts verschoben. An diesem Punkt zeigt das Spektrum, dass die PLL beginnt, auf die korrekte Frequenz (2,400 GHz) zu regeln. Es sind bereits 2,3168 GHz erreicht.

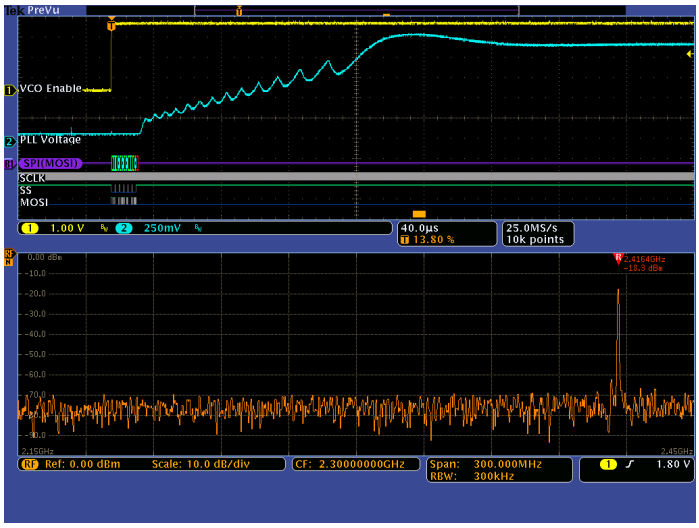


Abbildung 3 – Die Spektrumzeit wird um weitere 120 µs nach rechts verschoben. An diesem Punkt zeigt das Spektrum, dass die PLL über die korrekte Frequenz hinaus direkt auf 2,4164 GHz gegangen ist.

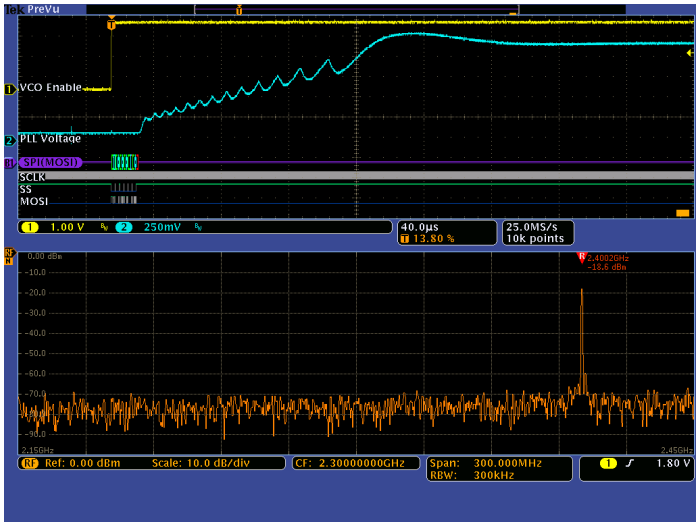


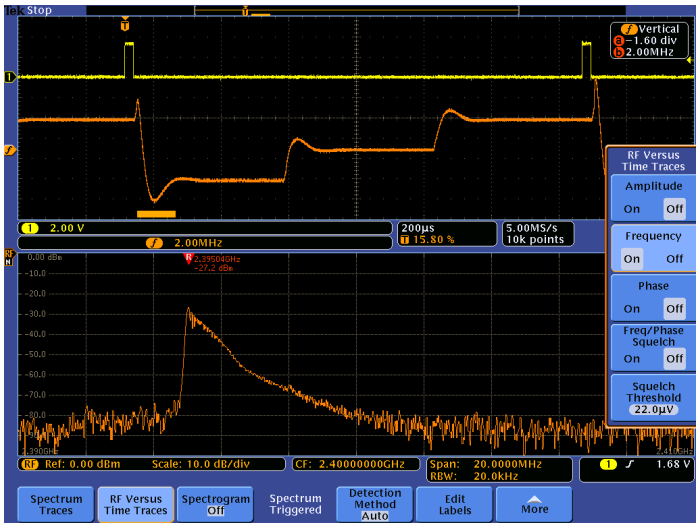
Abbildung 4 – Die PLL schwingt sich schließlich auf die korrekte Frequenz von 2,400 GHz ein, 340 µs nach Aktivierung des VCO.

Visualisieren von Veränderungen im HF-Signal

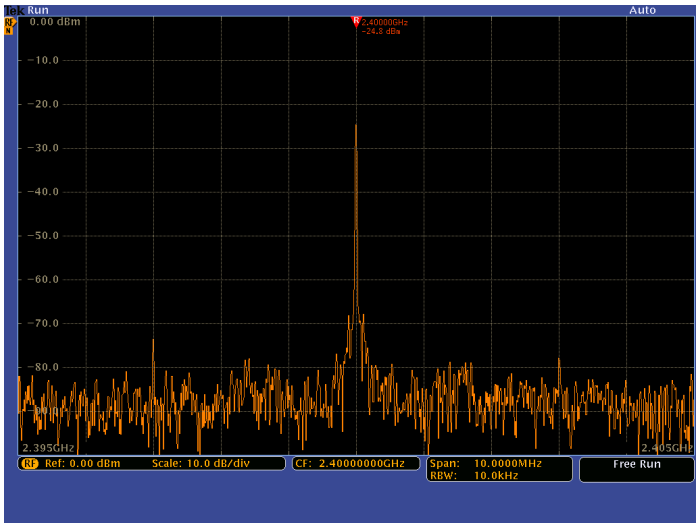
Das Zeitbereichsraster auf der Anzeige der MDO4000-Serie unterstützt drei HF-Zeitbereichskurven, die von den zugrundeliegenden I- und Q-Daten des HF-Eingangs abgeleitet werden, darunter:

- Amplitude – Die unmittelbare Amplitude von HF-Eingang vs. Zeit
- Frequenz – Die unmittelbare Frequenz des HF-Eingangs bezüglich der Mittenfrequenz vs. Zeit
- Phase – Die unmittelbare Phase des HF-Eingangs bezüglich der Mittenfrequenz-über-Zeit

Jede dieser Kurven kann einzeln aktiviert und deaktiviert werden; es können auch alle drei Kurven gleichzeitig angezeigt werden. Anhand von HF-Zeitbereichskurven lässt sich die Entwicklung eines zeitvariierenden HF-Signals leicht nachverfolgen.



Das orangefarbene Signal in der Zeitbereichsansicht ist die vom HF-Eingangssignal abgeleitete Frequenz-über-Zeit-Kurve. Beachten Sie, dass die Spektrumzeit während eines Übergangs von der höchsten zur niedrigsten Frequenz positioniert wird, sodass die Energie über eine Vielzahl von Frequenzen verteilt wird. Die Frequenz-über-Zeit-Kurve ermöglicht die einfache Nachverfolgung der verschiedenen Frequenzsprünge. Dadurch wird die Charakterisierung der Frequenzumschaltungen des Prüflings vereinfacht.



Frequenzbereichsanzeige des MDO4000.

Leistungsfähiges Triggern auf HF-, Analog- und Digitalkanälen

Um dem zeitvarianten Charakter moderner HF-Anwendungen zu entsprechen, bietet die MDO4000-Serie ein getriggertes Erfassungssystem, das vollständig mit den HF-, Analog- und Digitalkanälen integriert ist. Dies bedeutet, dass durch ein einzelnes Triggerereignis die Erfassung über alle Kanäle koordiniert wird. Dadurch können Sie ein Spektrum genau zu dem Zeitpunkt erfassen, an dem ein relevantes Ereignis im Zeitbereich auftritt. Ein umfassender Satz von Zeitbereichs-Triggern ist verfügbar: Flanke, Sequenz, Impulsbreite, Timeout, Runt, Logik, Setup/Hold-Verletzung, Anstiegszeit/Abfallzeit, Video und eine Reihe von parallelen und seriellen Buspaket-Triggern. Darüber hinaus können Sie auf den Leistungspegel des HF-Eingangs triggern. Beispielsweise können Sie auf den Einschaltvorgang Ihres HF-Senders triggern.

Das optionale Anwendungsmodul MDO4TRIG erweitert die HF-Triggermöglichkeiten. Dieses Modul ermöglicht die Verwendung des HF-Eingangsleistungspegels als Quelle für Sequenz-, Impulsbreiten-, Timeout-, Runt- und Logik-Triggerarten. Sie können beispielsweise auf einen HF-Impuls einer bestimmten Länge triggern oder den HF-Kanal als Eingang für einen Logik-Trigger verwenden. Das Oszilloskop kann dann nur triggern, wenn der HF-Kanal eingeschaltet ist, während andere Signale aktiv sind.

Schnelle und genaue Spektralanalyse

Wenn der HF-Eingang allein verwendet wird, wird die Frequenzbereichsanzeige auf der Anzeige des MDO4000 als Vollbild angezeigt.

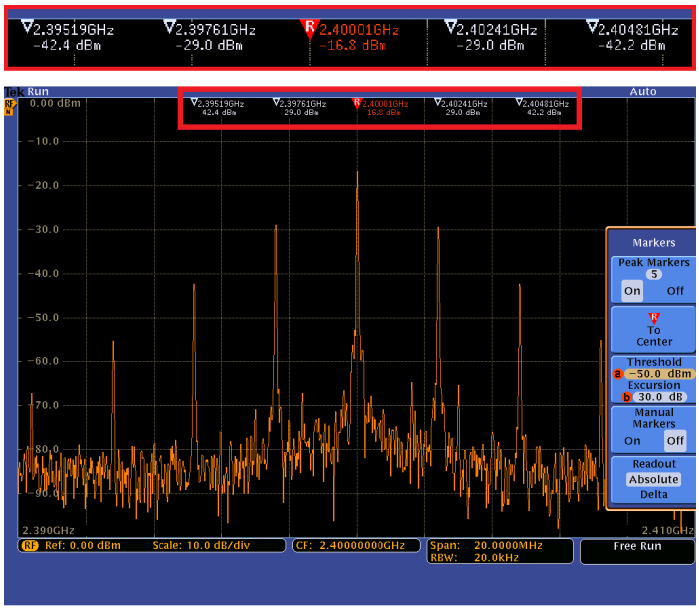
Wichtige Spektralparameter, wie Mittenfrequenz, Hub, Referenzpegel und Auflösungsbandbreite, können über die speziellen Menüs und Tasten auf dem Frontpaneel schnell und einfach eingestellt werden.

Spezielle Menüs und Tasten auf dem Frontpaneel ermöglichen die schnelle Einstellung von wichtigen Spektralparametern.

Intelligente, effiziente Marker

In einem herkömmlichen Spektrumanalysator kann es sehr mühsam sein, ausreichend Marker zu aktivieren und zu platzieren, um alle relevanten Peak-Werte zu identifizieren. Die MDO4000-Serie macht diesen Prozess wesentlich effizienter, indem an Peak-Werten automatisch Marker platziert werden, die sowohl die Frequenz als auch die Amplitude jedes einzelnen Peak-Werts angeben. Sie können die Kriterien anpassen, die das Oszilloskop für die automatische Suche nach den Peak-Werten verwendet.

Der Peak-Wert der höchsten Amplitude wird als Referenzmarker bezeichnet und rot dargestellt. Markerwerte können absolut oder relativ



Automatische Peak-Marker kennzeichnen wichtige Informationen, sodass sie auf einen Blick erkennbar sind. Wie hier dargestellt, werden die fünf größten Amplituden-Peaks, welche die Schwellwert- und Abweichungskriterien erfüllen, zusammen mit der Peak-Frequenz und -amplitude automatisch markiert.

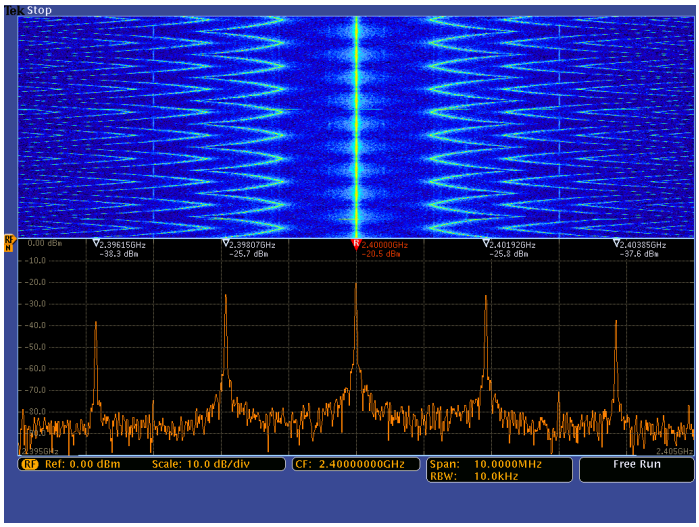
dargestellt werden. Bei relativer Darstellung werden die Amplituden- und Frequenzdifferenzen jedes Peak-Wertes im Vergleich zum Referenzmarker angezeigt.

Zwei manuelle Marker für Messungen ausserhalb spektraler Peaks sind ebenfalls verfügbar. Bei Aktivierung wird der Referenzmarker einem manuellen Marker zugeordnet, sodass Delta Messungen an jeder beliebigen Stelle im Spektrum möglich sind. Außer der Frequenz und Amplitude umfassen die in den manuellen Marker angezeigten Messungen auch Rauschdichte und Phasenrauschen, je nachdem, ob „Absolute“- oder „Delta“(relativ)-Anzeige ausgewählt wird. Mit der Funktion „Reference Marker to Center“ (Referenzmarker zur Mitte) kann die von dem Referenzmarker angegebene Frequenz sofort zur Mittenfrequenz verschoben werden.

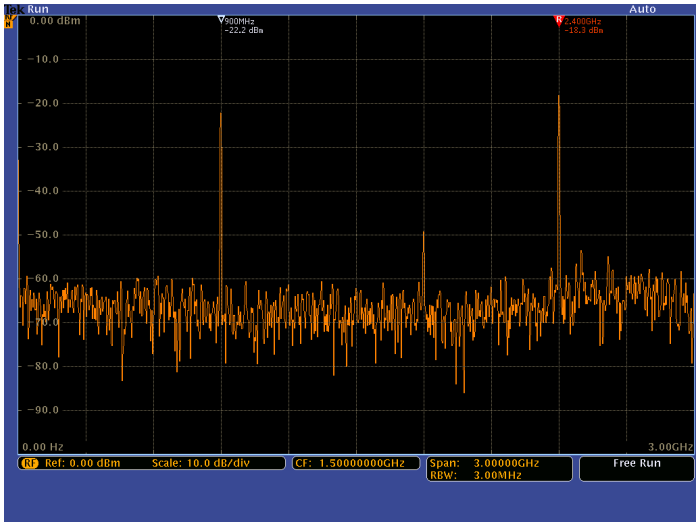
Spektrogramm

Die MDO4000-Serie enthält eine Spektrogrammanzeige, die hervorragend zur Überwachung von sich langsam verändernden HF-Phänomenen geeignet ist. Die x-Achse stellt die Frequenz dar – wie bei einer typischen Spektrumanzeige. Die y-Achse stellt jedoch die Zeit dar, und die Amplitude wird farblich dargestellt.

Spektrogrammlinien werden generiert, indem jedes Spektrum an seiner Kante nach oben gedreht wird, so dass es eine Pixel-Zeile groß ist. Anschließend werden jedem Pixel Farben basierend auf der Amplitude bei der jeweiligen Frequenz zugewiesen. Kalte Farben (blau, grün) stellen eine niedrigere Amplitude dar, warme Farben (gelb, rot) eine höhere Amplitude. Mit jeder neuen Erfassung wird eine weitere Linie unten am Spektrogramm hinzugefügt und der bisherige Verlauf eine Zeile nach oben verschoben. Werden die Erfassungen angehalten, können Sie nach unten durch das Spektrogramm scrollen und sich jedes einzelne Spektrum anschauen.



Die Spektrogrammanzeige zeigt sich langsam verändernde HF-Phänomene. In der hier dargestellten Anzeige wird ein Signal mit mehreren Peaks überwacht. Dabei lassen sich die zeitabhängigen Änderungen von Peak-Frequenz und -Amplitude in der Spektrogrammanzeige leicht erkennen.



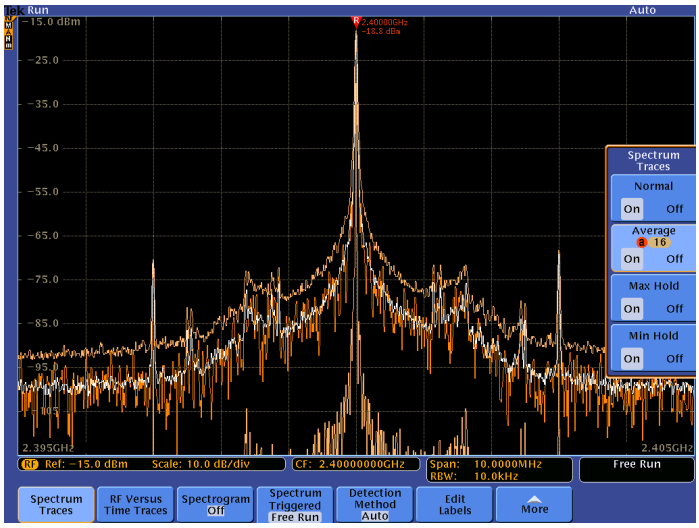
Spektralanzeige von gleichzeitig erfassten Zigbee-Bursts (900 MHz) am Eingang und Bluetooth-Bursts (2,4 GHz) am Ausgang eines Chips.

Getriggerter Modus oder Freilaufmodus

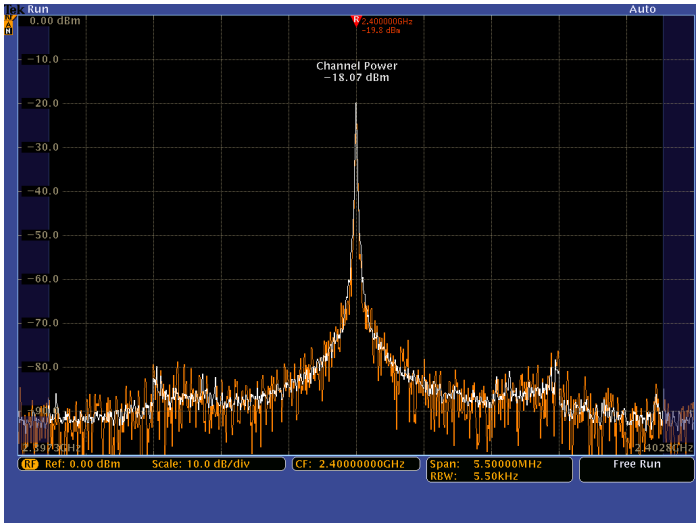
Wenn der Zeitbereich und der Frequenzbereich angezeigt werden, wird das gezeigte Spektrum immer durch das System-Triggerereignis getriggert und mit den aktiven Zeitbereichssignalen zeitkorreliert. Wenn jedoch nur der Frequenzbereich angezeigt wird, kann der HF-Eingang in den Freilaufmodus versetzt werden. Dies ist nützlich, wenn die Frequenzbereichsdaten fortlaufend sind und sich nicht auf Ereignisse beziehen, die im Zeitbereich auftreten.

Sehr große Erfassungsbandbreite

Heutige Drahtlostechnologien variieren erheblich im Zeitverlauf; sie verwenden komplexe digitale Modulationsschemata und häufig auch Signalbursts zur Übertragung. Diese Modulationsschemata können



Anzeigetypen: Normal, Mittelwert, Max-Hold und Min-Hold.

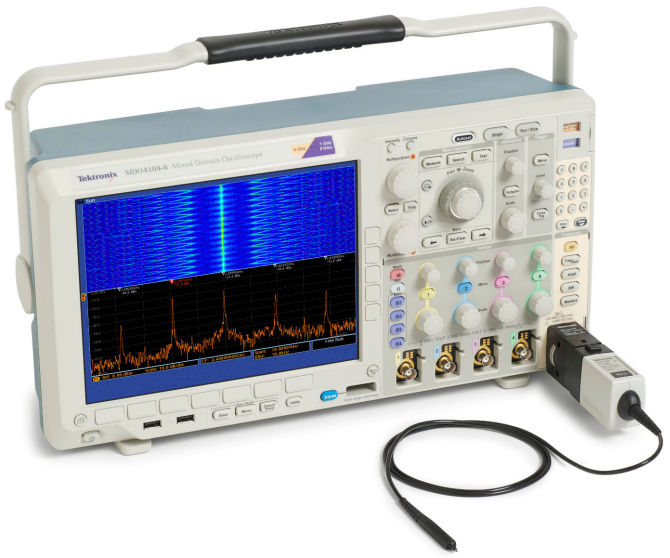


Automatische Kanalleistungsmessung.

auch eine sehr große Bandbreite haben. Herkömmliche gewobbelte Spektrumanalysatoren können diese Signaltypen nicht erkennen, da sie zu einem gegebenen Zeitpunkt immer nur einen kleinen Teil des Spektrums betrachten können.

Der in einer einzigen Erfassung aufgenommene spektrale Bereich wird als Erfassungsbandbreite bezeichnet. Herkömmliche Spektrumanalysatoren durchlaufen den gewünschten Frequenzhub entweder wobbelnd oder schrittweise mit der relativ geringen Erfassungsbandbreite, um das erwünschte Abbild des Spektrums zu erstellen. Im Ergebnis kann es sein, dass während der Spektrumanalysator einen Bereich des Spektrums erfasst, das für Sie relevante Ereignis möglicherweise in einem anderen Bereich des Spektrums stattfindet. Die meisten Spektrumanalysatoren auf dem Markt haben 10 MHz-Erfassungsbandbreiten, teilweise mit teuren Optionen, um diese auf 20, 40 oder sogar 140 MHz zu erweitern.

Um den Bandbreitenanforderungen moderner HF-Technik gerecht zu werden, bietet die MDO4000-Serie eine Erfassungsbandbreite von ≥1 GHz. Bei Span-Einstellungen von 1 GH oder niedriger, ist kein Wobbeln der Anzeige erforderlich. Das Spektrum wird über eine einzige Erfassung



Mit dem optionalen TPA-N-VPI-Adapter kann jeder aktive 50-Ω-TekVPI-Tastkopf an den HF-Eingang angeschlossen werden.

generiert, so dass die gewünschten Ereignisse im Frequenzbereich garantiert sichtbar sind.

Anzeigetypen

Die MDO4000-Serie bietet vier verschiedene Kurven oder Ansichten des HF-Eingangs – Normal, Mittelwert, Max-Hold und Min-Hold. Sie können die für jeden Kurventyp verwendete Erkennungsmethode separat einstellen oder den Standardmodus „Auto“ beibehalten, in dem der Detektortyp für die aktuelle Konfiguration optimal eingestellt wird. Detektortypen beinhalten +Peak, -Peak, Mittelwert und Sample.

HF-Messungen

Die MDO4000-Serie bietet drei automatisische HF-Messungen – Kanalleistung, ACPR und OBW. Wenn eine dieser HF-Messungen aktiviert wird, aktiviert das Oszilloskop automatisch der Anzeigetyp „Average“ (Mittelwert) und stellt für die Erkennungsmethode „Average“ (Mittelwert) ein, um optimale Messergebnisse zu erhalten.

Erweiterte HF-Messungen

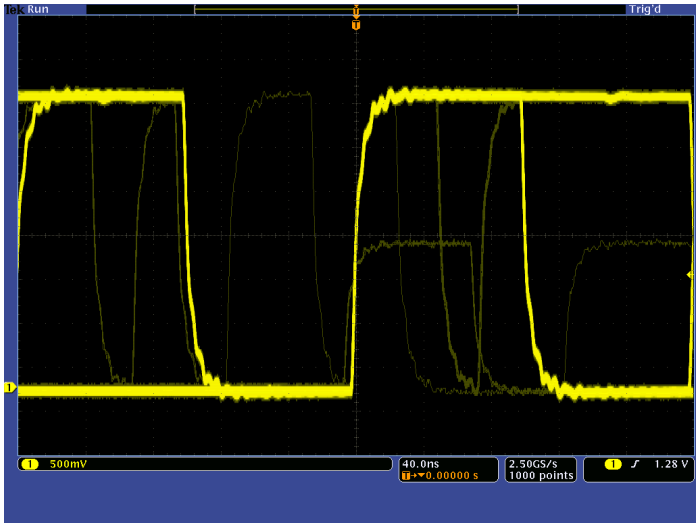
Das MDO4000 kann die Basisband-I- und -Q-Daten aus HF-Erfassungen in eine .TIQ-Datei speichern. Diese Dateien können dann in SignalVu-PC- und RSAVu-Analysepakete von Tektronix zur weiteren Modulationsanalyse vieler Mobilfunkstandards importiert werden.

HF-Interfaces

Signaleingangsmethoden bei Spektrumanalysatoren sind in der Regel auf Kabelverbindungen oder Antennen beschränkt. Mit dem optionalen TPA-N-VPI-Adapter kann jedoch jeder aktive 50-Ω-TekVPI-Tastkopf an den HF-Eingang der MDO4000-Serie angeschlossen werden. Dies vergrößert die Flexibilität bei der Suche nach Rauschquellen und vereinfacht die Spektralanalyse durch wirkliche Signalabtastung an einem HF-Eingang.

Zusätzlich unterstützt ein optionaler externer Vorverstärker die Untersuchung von Signalen mit niedrigerer Amplitude. Der TPA-N-PRE-Vorverstärker bietet eine nominale Verstärkungsleistung von 12 dB im Frequenzbereich von 9 kHz bis 6 GHz.

Der TPA-N-PRE-Vorverstärker bietet eine nominale Verstärkungsleistung von 12 dB im Frequenzbereich von 9 kHz bis 6 GHz.



Erkennen – Schnelle Signalerfassungsraten von über 50.000 Signalen pro Sekunde maximieren die Wahrscheinlichkeit der Erfassung flüchtiger Glitches und anderer selten auftretender Ereignisse.

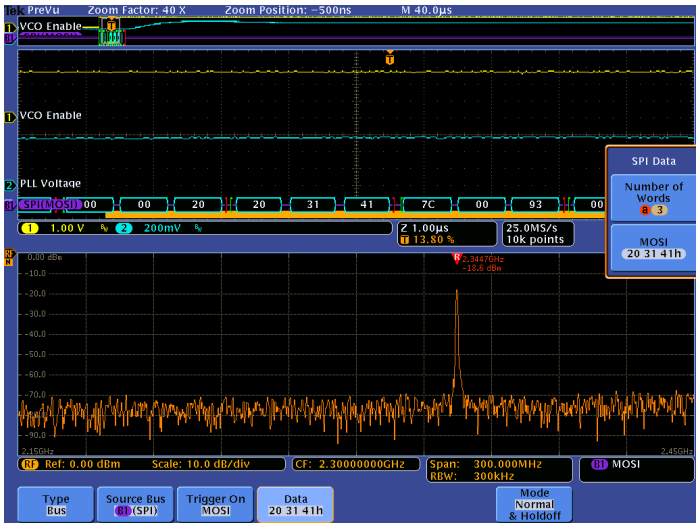
Basierend auf der preisgekrönten MSO4000B-Serie der Mixed-Signal-Oszilloskope

Die MDO4000-Serie bietet Ihnen die gleichen umfangreichen Funktionen, wie sie in der MSO4000B-Serie von Mixed-Signal-Oszilloskopen enthalten sind. Diese bewährter Funktionen ermöglichen Ihnen mehr Schnelligkeit in jeder Debug-Phase – von der schnellen Erkennung und Erfassung einer Anomalie, über die Suche nach dem Ereignis im Signalspeicher, bis hin zur Analyse von dessen Eigenschaften und des Verhaltens des Messobjekts.

Erkennen

Die Voraussetzung für die Behebung eines Designproblems ist seine Erkennung. Entwicklungsingenieure investieren viel Zeit, um ihr Design auf Probleme zu untersuchen. Ohne die richtigen Debug-Tools ist dies eine zeitaufwendige und frustrierende Aufgabe.

Dank der branchenweit komplettesten Signalvisualisierung können Sie einen schnellen Einblick in die reale Funktionsweise Ihres Prüflings gewinnen. Bei einer Signalerfassungsrate von mehr als



Erfassen – Triggern auf ein bestimmtes Übertragungsdatenpaket beim Durchlaufen eines SPI-Busses. Ein umfassendes Triggerpaket, darunter auch Trigger für bestimmte serielle Paketinhalte, gewährleistet die schnelle Erfassung des gesuchten Ereignisses.

50.000 Erfassungen pro Sekunde können Sie in Sekundenschnelle Glitches und andere seltene Transienten erkennen, die die wirkliche Ursache von Fehlern im Prüfling aufzeigen. Ein Digital-Phosphor-Display mit Helligkeitsmodulation zeigt den Verlauf einer Signalaktivität an. Dabei werden häufiger vorkommende Bereiche des Signals intensiver dargestellt, sodass die Vorkommenshäufigkeit von Anomalien visuell erkennbar wird.

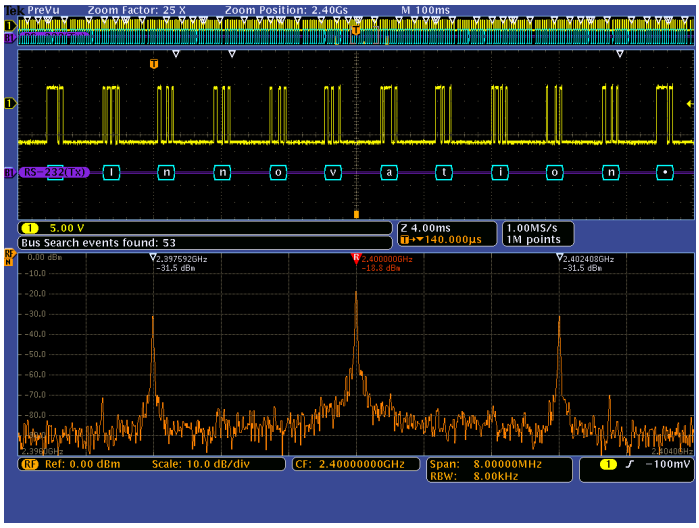
Erfassen

Die Fehlererkennung am Messobjekt ist nur der erste Schritt. Als nächstes müssen Sie das Ereignis erfassen, um die Ursache des Problems zu finden.

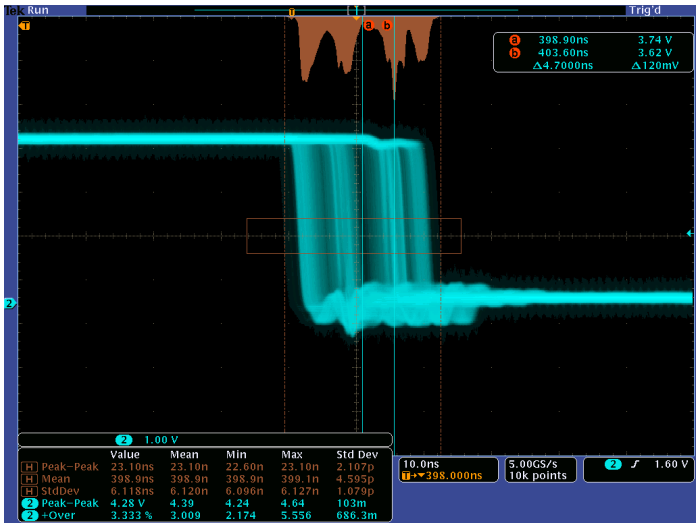
Die exakte Erfassung eines zu untersuchenden Signals beginnt mit der Messung mit einem geeigneten Tastkopf. Im Lieferumfang des Oszilloskops sind niederkapazitive Tastköpfe enthalten, und zwar einer für jeden Analogkanal. Diese branchenweit ersten hochohmigen passiven Spannungstastköpfe haben eine kapazitive Last von weniger als 4 pF, sodass die Auswirkung des Tastkopfs auf die Funktion Ihrer Schaltung minimiert wird. Auf diese Weise verbinden Sie die Leistung eines aktiven Tastkopfs mit der Flexibilität eines passiven Tastkopfs.

Ein kompletter Satz von Triggern – einschließlich Runt-, Timeout-, Logik-, Impulsbreiten-/Glitch-Trigger, Trigger auf Setup/Hold-Verletzung, serielle Pakete und parallele Daten – hilft Ihnen, ein zu untersuchendes Ereignis schnell zu finden. Mit einer Aufzeichnungslänge von bis zu 20 Mio. Punkten können Sie viele Ereignisse, ja sogar Tausende von seriellen Paketen, in einem einzigen Vorgang für die weitere Analyse erfassen und sich damit unter Beibehaltung der hohen zeitlichen Auflösung in feinste Signaldetails hineinzoomen.

Vom Triggern auf bestimmte Paketinhalte bis hin zur automatischen Dekodierung in verschiedene Datenformate bietet das Oszilloskop umfassende Unterstützung für die branchenweit breiteste Palette von seriellen Bussen – I²C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 und I²S/LJ/RJ/TDM. Durch die Möglichkeit zum Dekodieren von bis zu vier seriellen und/oder parallelen Bussen gleichzeitig können Sie schnell Einblick in Probleme auf Systemebene gewinnen.



Suchen – RS-232-Dekodierung mit den Ergebnissen aus einer Wave Inspector-Suche nach dem Datenwert „n“. Die Wave Inspector-Bedienelemente sorgen für eine hervorragende Effizienz beim Anzeigen und Navigieren von Signaldaten.



Analysieren – Signalhistogramm einer abfallenden Flanke mit Verteilung der Flankenposition (Jitter) im Zeitverlauf. Darin enthalten sind numerische Messwerte zu den Daten im Signalhistogramm. Ein umfassender Satz von integrierten Analysewerkzeugen beschleunigt die Leistungsüberprüfung Ihres Designs.

Um die Fehlerbehebung bei Interaktionen auf Systemebene in komplexen integrierten Systemen noch weiter zu unterstützen, bietet das Oszilloskop zusätzlich zu den analogen Kanälen noch 16 digitale Kanäle. Da die digitalen Kanäle vollständig in das Oszilloskop integriert sind, können Sie über alle Eingangskanäle hinweg triggern und so automatisch die zeitliche Korrelierung aller analogen, digitalen, seriellen und HF-Signale erreichen. Die Hochgeschwindigkeitserfassung von MagniVu™ auf diesen Kanälen ermöglicht die Erfassung feiner Signaldetails (bei einer Auflösung von bis zu 60,6 ps) um den Triggerpunkt für Präzisionsmessungen. MagniVu ist unverzichtbar für die Durchführung von genauen Timing-Messungen für Setup und Hold, Taktverzögerung, Signalversatz und Glitch-Charakterisierung.

Suchen

Die Suche nach einem bestimmten Ereignis in einem großen Signaldatensatz kann ohne die richtigen Suchwerkzeuge sehr zeitaufwendig sein. Bei den derzeitigen Aufzeichnungslängen von über einer Millionen Datenpunkten kann das bedeuten, dass Sie bei der Suche nach einem bestimmten Ereignis Tausende von Bildschirminhalten mit Signalaktivität durchsuchen müssen.

Das innovative Wave Inspector®-Bedienkonzept bietet die branchenweit umfassendsten Such- und Navigationsmöglichkeiten. Diese Bedienelemente ermöglichen schnelleres Zoomen und Scrollen durch den Signalspeicher. Mit dem einzigartigen Force-Feedback-System gelangen Sie innerhalb weniger Sekunden von einem Ende der Aufzeichnung zum anderen. Mithilfe von Marker können Sie jede gewünschte Stelle kennzeichnen, die Sie zu einem späteren Zeitpunkt eingehender untersuchen möchten. Oder definieren Sie eigene Kriterien für die automatische Suche in der Aufzeichnung. Wave Inspector durchsucht sofort die gesamte Aufzeichnung, einschließlich der analogen, digitalen und seriellen Busdaten und zeitbezogener HF-Daten. Dabei wird jedes Vorkommen des definierten Ereignisses markiert, sodass Sie schnell zwischen den einzelnen Ereignissen navigieren können.

Analysieren

Um sicherzustellen, dass die Leistung Ihres Prototyps den Simulationen entspricht und die Entwicklungsziele des Projekts erfüllt, muss das Verhalten des Prototyps analysiert werden. Die erforderlichen Aufgaben können von der einfachen Überprüfung von Anstiegszeiten und Pulsbreiten bis hin zur komplexen Analyse von Leistungsverlusten und zur Untersuchung von Rauschquellen reichen.

Das Oszilloskop bietet einen umfassenden Satz von integrierten Analysetools, wie z. B. signal- und bildschirmbasierte Cursor, automatische Messungen, erweiterte Signalmathematik, darunter die Eingabe von beliebigen Gleichungen, Spektralberechnungen, FFT-Analyse und Trenddarstellungen zur visuellen Bestimmung der zeitabhängigen Änderungen eines Messwerts. Spezielle Anwendungsunterstützung für serielle Busanalyse, Stromversorgungsdesign sowie Videodesign und -entwicklung ist ebenfalls verfügbar.

Für erweiterte Analysen bietet die Software LabVIEW SignalExpress® Tektronix Edition von National Instruments mehr als 200 integrierte Funktionen, darunter Zeit- und Frequenzbereichsanalyse, Datenprotokollierung und selbst definierbare Reports.

Technische Daten

Wenn nicht ausdrücklich anders angegeben, gelten alle Spezifikationen für alle Modelle.

Modellübersicht

	MDO4014-3	MDO4034-3	MDO4054-3	MDO4054-6	MDO4104-3	MDO4104-6
Analoge Kanäle	4	4	4	4	4	4
Analogkanal-Bandbreite	100 MHz	350 MHz	500 MHz	500 MHz	1 GHz	1 GHz
Anstiegszeit	3,5 ns	1 ns	700 ps	700 ps	350 ps	350 ps
Abtastrate (1 Kan.)	2,5 GS/s	2,5 GS/s	2,5 GS/s	2,5 GS/s	5 GS/s	5 GS/s
Abtastrate (2 Kan.)	2,5 GS/s	2,5 GS/s	2,5 GS/s	2,5 GS/s	5 GS/s	5 GS/s
Abtastrate (4 Kan.)	2,5 GS/s	2,5 GS/s	2,5 GS/s	2,5 GS/s	2,5 GS/s	2,5 GS/s
Aufzeichnungslänge (1 Kan.)	20 M	20 M	20 M	20 M	20 M	20 M
Aufzeichnungslänge (2 Kan.)	20 M	20 M	20 M	20 M	20 M	20 M
Aufzeichnungslänge (4 Kan.)	20 M	20 M	20 M	20 M	20 M	20 M
Digitale Kanäle	16	16	16	16	16	16
HF-Kanäle	1	1	1	1	1	1
HF-Kanal-Frequenzbereich	50 kHz bis 3 GHz	50 kHz bis 3 GHz	50 kHz bis 3 GHz	50 kHz bis 6 GHz	50 kHz bis 3 GHz	50 kHz bis 6 GHz

HF-Kanal

Echtzeit-Erfassungsbandbreite – ≥1 GHz

Span – 1 kHz bis 3 GHz oder 1 kHz bis 6 GHz, in der Folge 1-2-5

Auflösungsbandbreite – 20 Hz bis 10 MHz, in der Folge 1-2-3-5

Referenzpegel – -140 dBm bis +30 dBm, in Schritten von 5 dBm

Vertikalskala – 1 dB/div bis 20 dB/div, in der Folge 1-2-5

Vertikale Position – -10 div bis +10 div

Vertikale Einheiten – dBm, dBmV, dBµV, dBµW, dBmA, dBµA

Angezeigter mittlerer Rauschpegel (DANL) –
- 50 kHz bis 5 MHz: < -130 dBm/Hz (< -134 dBm/Hz typisch)
- 5 MHz bis 3 GHz: < -148 dBm/Hz (< -152 dBm/Hz typisch)
- 3 GHz bis 6 GHz: < -140 dBm/Hz (< -143 dBm/Hz typisch)

Störverhalten –
- Verzerrung der 2. und 3. Oberwelle: (>30 MHz) < -55 dBc (< -60 dBc typisch)
- Kreuzmodulationsverzerrung zweiter Ordnung: < -55 dBc (< -60 dBc typisch)
- Kreuzmodulationsverzerrung dritter Ordnung: < -60 dBc (< -63 dBc typisch)
- Weitere A/D-Stichleitungen: < -55 dBc (< -60 dBc typisch)
- Image- und IF-Unterdrückung: < -50 dBc (< -55 dBc typisch)

Fehleransprechstrom – < -78 dBm

Übersprechen im HF-Kanal durch Oszilloskopkanäle –
- ≤1 GHz Eingangsfrequenzen: < -68 dB ab Referenzpegel
- >1 GHz - 2 GHz Eingangsfrequenzen: < -48 dB ab Referenzpegel

Phasenrauschen bei 2 GHz Trägerfrequenz –
- 10 kHz: < -90 dBc/Hz, < -95 dBc/Hz (typisch)
- 100 kHz: < -95 dBc/Hz, < -98 dBc/Hz (typisch)
- 1 MHz: < -113 dBc/Hz, < -118 dBc/Hz (typisch)

Pegelmessunsicherheit – für Eingangspegel +10 dBm bis - 50 dBm
- 20 bis 30 °C: < ±1 dB (< ±0,5 dB typisch)
- Im Arbeitsbereich: < ±1,5 dB

Residual-FM – ≤100 Hz Peak-zu-Peak in 100 ms

Maximaler Eingangspegel für Betrieb –
- Mittlere kontinuierliche Leistung: +30 dBm (1 W)
- Maximaler Gleichstrom vor Beschädigung: ±40 V DC
- Maximale Leistung vor Beschädigung (Trägerfrequenz): +33 dBm (2 W)
- Maximale Leistung vor Beschädigung (Impuls): +45 dBm (32 W) (<10 µs Impulsbreite, <1 % Tastverhältnis und Referenzpegel von ≥ +10 dBm)

Leistungspegel-Trigger –
- Frequenzbereich: 1 MHz bis 3 GHz oder 1 MHz bis 6 GHz
- Amplitudenbereich: +30 dBm bis -40 dBm
- Grenzwerte:
  - Bei CF 1 MHz bis 3,25 GHz: -35 dB ab Referenzpegel
  - Bei CF >3,25 GHz: -15 dB ab Referenzpegel
- Minimale Impulsdauer: 10 µs Einschwingzeit bei minimaler Ausschwingzeit von 10 µs

Laufzeitunterschied HF zu Analogkanal – <5 ns

Frequenzbereich Kurventypen – Normal, Mittelwert, Max-Hold, Min-Hold

Zeitbereich Kurventypen – Amplitude/Zeit, Frequenz/Zeit, Phase/Zeit

Erkennungsmethoden – +Peak, -Peak, Mittelwert, Sample

Automatische Marker – Ein bis elf Peak-Werte, die auf Basis von benutzereinstellbaren Schwell- und Abweichungswerten gekennzeichnet werden

Manuelle Marker – Zwei manuelle Marker, die Frequenz, Amplitude, Rauschdichte und Phasenrauschen angeben

Markeranzeigen – Absolut oder relativ

HF-Erfassungslänge –
- Maximale HF-Erfassungszeit:
  - >2 GHz: 2,5 ms
  - >1 GHz bis 2 GHz: 5 ms
  - >800 MHz bis 1 GHz: 10 ms
  - >500 MHz bis 800 MHz: 12,5 ms
  - >400 MHz bis 500 MHz: 20 ms
  - >250 MHz bis 400 MHz: 25 ms
  - >200 MHz bis 250 MHz: 40 ms
  - >160 MHz bis 200 MHz: 50 ms
  - >125 MHz bis 160 MHz: 62,5 ms
  - <125 MHz: 79 ms

FFT-Fenster –
- Faktor:
  - Kaiser: 2,23
  - Rectangular: 0,89
  - Hamming: 1,30
  - Hanning: 1,44
  - Blackman-Harris: 1,90
  - Flat-Top: 3,77

Vertikalsystem Analogkanäle

Begrenzung des HW-Bandbreitenfilters –
Modelle mit ≥350 MHz: 20 MHz oder 250 MHz
Modelle mit 100 MHz: 20 MHz

Eingangskopplung – AC, DC

Eingangsimpedanz – 1 MΩ ±1 %, 50 Ω ±1 %

Eingangsempfindlichkeitsbereich –
1 MΩ: 1 mV/div bis 10 V/div
50 Ω: 1 mV/div bis 1 V/div

Vertikale Auflösung – 8 Bit (11 Bit mit Hi-Res)

Maximale Eingangsspannung –
1 MΩ: 300 V_{eff} CAT II maximal ≤ ±425 V
50 Ω: 5 V_{eff} maximal ≤ ±20 V

DC-Verstärkungsgenauigkeit – ± 1,5 %, verringert um bis zu 0,10 %/°C ab 30 °C

Isolation zwischen den Kanälen – Zwei beliebige Kanäle bei gleich eingestellter Vertikalskala ≥100:1 bei ≤100 MHz und ≥30:1 bei >100 MHz bis zur Nennbandbreite

Offset-Bereich

Einstellung Volt/div	Offset-Bereich	
	1 MΩ Eingang	50 Ω
1 mV/div bis 50 mV/div	±1 V	±1 V
50,5 mV/div bis 99,5 mV/div	±0,5 V	±0,5 V
100 mV/div bis 500 mV/div	±10 V	±10 V
505 mV/div bis 995 mV/div	±5 V	±5 V
1 V/div bis 5 V/div	±100 V	±5 V
5,05 V/div bis 10 V/div	±50 V	n/v

Vertikalsystem Digitalkanäle

Eingangskanäle – 16 Digitalkanäle (D15 bis D0)

Schwellwerte – Kanalweise Schwellwerte

Schwellwertauswahl – TTL, CMOS, ECL, PECL, Benutzerdefiniert

Einstellbereich für benutzerdefinierte Schwellwerte – ±40 V

Schwellwertgenauigkeit – ±[100 mV + 3 % der Schwellwerteinstellung]

Maximale Eingangsspannung – ±42 V_{Peak}

Dynamischer Eingangsbereich –
30 $V_{Sp\text{-}Sp}$ ≤200 MHz
10 $V_{Sp\text{-}Sp}$ >200 MHz

Minimaler Spannungshub – 400 mV

Tastkopflast – 100 kΩ parallel zu 3 pF

Vertikale Auflösung – 1 Bit

Horizontalsystem Analogkanäle

Zeitbasis-Einstellbereich –
Modelle mit 1 GHz: 400 ps bis 1000 s
Modelle mit ≤500 MHz: 1 ns bis 1000 s

Maximale Dauer bei höchster Abtastrate (alle/halbe Kanäle) –
Modelle mit 1 GHz: 8/4 ms
Modelle mit ≤500 MHz: 8/8 ms

Zeitbasisverzögerung-Einstellbereich – -10 Skalenteile bis 5000 s

Kanal-zu-Kanal Deskew-Bereich – ±125 ns

Zeitbasisgenauigkeit – ±5 ppm über jedem beliebigen Zeitintervall ≥1 ms

Horizontalsystem Digitalkanäle

Maximale Abtastrate (Normalmodus) – 500 MS/s (2 ns Auflösung)

Maximale Aufzeichnungslänge (Normalmodus) – 20 Millionen Punkte

Maximale Abtastrate (MagniVu) – 16,5 GS/s (60,6 ps Auflösung)

Maximale Aufzeichnungslänge (MagniVu) – 10.000 Punkte zentriert um den Trigger

Erkennbare Mindestimpulsbreite (typisch) – 1 ns

Kanal-Laufzeitunterschiede (typisch) – 200 ps

Maximale Eingangsumschaltrate – 500 MHz (Maximale Frequenz des Sinussignals, das genau als logisches Rechtecksignal reproduziert werden kann. Erfordert eine kurze Erdungsverlängerung auf jedem Kanal. Dies ist die maximale Frequenz bei minimalen Amplitudenhub. Höhere Umschaltraten können mit höheren Amplituden erreicht werden.)

Triggersystem

Triggermodi – Auto, Normal und Einzelschuss

Triggerkopplung – DC-, AC, HF-Unterdrückung (Dämpfung >50 kHz), LF-Unterdrückung (Dämpfung <50 kHz), Rauschunterdrückung (Verringerung der Empfindlichkeit)

Trigger-Holdoff-Bereich – 20 ns bis 8 s

Triggerempfindlichkeit –
Intern DC-gekoppelt:
bei 1MΩ (alle Modelle): Für 1 mV/div bis 4,98 mV/div; 0,75 div von DC bis 50 MHz mit Erhöhung auf 1,3 div bei Nennbandbreite
bei 50Ω (Modelle mit ≤500 MHz): Für ≥5 mV/div; 0,4 div von DC bis 50 MHz mit Erhöhung auf 1 div bei Nennbandbreite
bei 50Ω (Modelle mit 1 GHz): 0,4 div von DC bis 50 MHz mit Erhöhung auf 1 div bei Nennbandbreite

Triggerpegel-Bereiche –
Beliebiger Eingangskanal: ±8 Skalenteile ab Bildschirmmitte, ±8 Skalenteile ab 0 V bei Auswahl von Triggerkopplung mit vertikaler HF-Unterdrückung
Zeile: Der Zeilentrigger-Pegel ist auf ca. 50 % der Zeilenspannung festgelegt.

Triggerfrequenzanzeige – 6-stellige Anzeige der Frequenz von triggerbaren Ereignissen.

Triggerarten –
Flanke: Positive oder negative Steigung auf jedem Kanal. Die Kopplung umfasst DC-, AC- und HF-Unterdrückung sowie NF-Unterdrückung und Rauschunterdrückung.
Sequenz (B-Trigger): Triggerverzögerung nach Zeit: 4 ns bis 8 s. Oder Triggerverzögerung nach Ereignissen: 1 bis 4.000.000 Ereignisse
Impulsbreite: Trigger auf die Impulsbreite positiver oder negativer Impulse, die >, <, =, ≠ einem bestimmten Zeitraum sind oder innerhalb bzw. außerhalb dieses Zeitraums liegen.
Runt: Trigger auf einen Impuls, der eine Schwelle überschreitet, jedoch eine zweite Schwelle nicht überschreitet, bevor er die erste Schwelle nicht erneut überschritten hat.
Logik: Trigger, wenn ein logisches Bitmuster von Kanälen UNWAHR wird oder während einer bestimmten Zeitspanne WAHR bleibt. Jeder Eingang kann als Takt verwendet werden, um nach dem Bitmuster auf einer Taktflanke zu suchen. Bitmuster (AND, OR, NAND, NOR) sind für alle Eingangskanäle angegeben, die als High, Low oder Beliebig definiert sind.
Setup and Hold: Trigger bei Verletzungen der Setup-Zeit und der Hold-Zeit zwischen Takt und Daten auf einem der analogen und digitalen Eingangskanäle.
Anstiegs-/Abfallzeit: Trigger auf Impulsflankenraten, die schneller oder langsamer als spezifiziert sind. Die Steigung kann positiv, negativ oder beides sein.
Video: Trigger auf alle Zeilen, ungerade oder gerade Zeilen oder alle Felder in NTSC-, PAL- und SECAM-Videosignalen.
Erweitertes Video (optional): Trigger auf 480p/60, 576p/50, 720p/30, 720p/50, 720p/60, 875i/60, 1080i/50, 1080i/60, 1080p/24, 1080p/24sF,

1080p/25, 1080p/30, 1080p/50, 1080p/60 und benutzerdefinierte Zwei- und Drei-Ebenen-Synchronisierungs-Videostandards.

I²C (optional): Trigger auf Start, wiederholten Start, Stop, fehlende Bestätigung, Adresse (7 oder 10 Bit), Daten oder Adresse und Daten auf I²C-Bussen bis 10 MBit/s.

SPI (optional): Trigger auf SS aktiv, Framebeginn, MOSI, MISO oder MOSI und MISO auf SPI-Bussen bis 50,0 MBit/s.

RS-232/422/485/UART (optional): Trigger auf Tx Startbit, Rx Startbit, Tx Paketende, Rx Paketende, Tx Daten, Rx Daten, Tx Paritätsfehler und Rx Paritätsfehler bis zu 10 MBit/s.

USB – Low-Speed (optional): Trigger auf Sync Aktiv, Framebeginn, Reset, Standby, Wiederaufnahme, Paketende, Token (Adress-) Paket, Datenpaket, Handshake-Paket, Spezialpaket, Fehler.

Tokenpaket-Trigger – Jeder beliebige Tokentyp, SOF, OUT, IN, SETUP; eine Adresse kann für jeden beliebigen Token sowie die Tokentypen OUT, IN und SETUP angegeben werden. Die Adresse kann weiter zum Triggern auf ≤, <, =, >, ≥, ≠ einem bestimmten Wert oder innerhalb bzw. außerhalb eines Bereichs angegeben werden. Die Frame-Nummer kann für SOF-Token mit Binär- und Hexadezimalziffern, Dezimalziffern ohne Vorzeichen und beliebigen Ziffern angegeben werden.

Datenpaket-Trigger – Jeder beliebige Datentyp, DATA0, DATA1; Daten können weiter zum Triggern auf ≤, <, =, >, ≥, ≠ einem bestimmten Datenwert oder innerhalb bzw. außerhalb eines Bereichs angegeben werden.

Handshakepaket-Trigger – Jeder beliebige Handshake-Typ, ACK, NAK, STALL.

Spezialpaket-Trigger – Jeder beliebige Spezialtyp, Reserviert.

Fehlertrigger – PID-Prüfung, CRC5 oder CRC16, Bit-Stuffing.

USB – Full-Speed (optional): Triggern auf Synchronisation, Reset, Standby, Wiederaufnahme, Paketende, Token (Adress-) Paket, Datenpaket, Handshake-Paket, Spezialpaket, Fehler.

Tokenpaket-Trigger – Jeder beliebige Tokentyp, SOF, OUT, IN, SETUP; eine Adresse kann für jeden beliebigen Token sowie die Tokentypen OUT, IN und SETUP angegeben werden. Die Adresse kann weiter zum Triggern auf ≤, <, =, >, ≥, ≠ einem bestimmten Wert oder innerhalb bzw. außerhalb eines Bereichs angegeben werden. Die Frame-Nummer kann für SOF-Token mit Binär- und Hexadezimalziffern, Dezimalziffern ohne Vorzeichen und beliebigen Ziffern angegeben werden.

Datenpaket-Trigger – Jeder beliebige Datentyp, DATA0, DATA1; Daten können weiter zum Triggern auf ≤, <, =, >, ≥, ≠ einem bestimmten Datenwert oder innerhalb bzw. außerhalb eines Bereichs angegeben werden.

Handshakepaket-Trigger – Jeder beliebige Handshake-Typ, ACK, NAK, STALL.

Spezialpaket-Trigger – Jeder beliebige Spezialtyp, PRE, Reserviert.

Fehlertrigger – PID-Prüfung, CRC5 oder CRC16, Bit-Stuffing.

USB – High-Speed (optional)[1]: Triggern auf Synchronisation, Reset, Standby, Wiederaufnahme, Paketende, Token (Adress-) Paket, Datenpaket, Handshake-Paket, Spezialpaket, Fehler.

Tokenpaket-Trigger – Jeder beliebige Tokentyp, SOF, OUT, IN, SETUP; eine Adresse kann für jeden beliebigen Token sowie die Tokentypen OUT, IN und SETUP angegeben werden. Die Adresse kann weiter zum Triggern auf ≤, <, =, >, ≥, ≠ einem bestimmten Wert oder innerhalb bzw. außerhalb eines Bereichs angegeben werden. Die Frame-Nummer kann für SOF-Token mit Binär- und Hexadezimalziffern, Dezimalziffern ohne Vorzeichen und beliebigen Ziffern angegeben werden.

Datenpaket-Trigger – Jeder beliebige Datentyp, DATA0, DATA1, DATA2, MDATA; Daten können weiter zum Triggern auf ≤, <, =, >, ≥, ≠ einem bestimmten Datenwert oder innerhalb bzw. außerhalb eines Bereichs angegeben werden.

Handshakepaket-Trigger – Jeder beliebige Handshake-Typ, ACK, NAK, STALL, NYET.

Spezialpaket-Trigger – Jeder beliebige Spezialtyp, ERR, SPLIT, PING, Reserviert. Zu den SPLIT-Paketkomponenten, die angegeben werden können, gehören:

– Hub-Adresse

– Start/Abschluss – Beliebig, Start (SSPLIT), Abschluss (CSPLIT)

– Anschlussadresse

– Start- und End-Bits – Beliebig, Control/Bulk/Interrupt (Full-Speed, Low-Speed), Isochronous (Data is Middle, Data is End, Data is Start, Data is All)

– Endpunkttyp – Beliebig, Control, Isochronous, Bulk, Interrupt

Fehlertrigger – PID-Prüfung, CRC5 oder CRC16.

Ethernet (optional)[2]: 10BASE-T und 100BASE-TX: Trigger auf Start-Frame-Begrenzer, MAC-Adressen, MAC Q-Tag-Steuerungsinformationen, MAC Länge/Typ, IP-Header, TCP-Header, TCP/IPv4/MAC-Clientdaten, Paketende und FCS (CRC)-Fehler.

100BASE-TX: Inaktiv.

MAC-Adressen – Trigger auf Quell- und Ziel-Adresswerte von 48 Bit.

MAC Q-Tag-Steuerungsinformationen – Trigger auf Q-Tag von 32-Bit.

MAC Länge/Typ – Trigger auf ≤, <, =, >, ≥, ≠ einem bestimmten 16-Bit-Wert oder innerhalb bzw. außerhalb eines Bereichs.

IP-Header – Trigger auf IP-Protokoll von 8-Bit, Quelladresse, Zieladresse.

TCP-Header – Trigger auf Quellanschluss, Zielanschluss, Sequenznummer und Bestätigungsnummer.

TCP/IPv4/MAC-Clientdaten – Trigger auf ≤, <, =, >, ≥, ≠ einem bestimmten Datenwert oder innerhalb bzw. außerhalb eines Bereichs. Wählbare Anzahl von Bytes zum Triggern von 1-16. Byte-Offset-Optionen: Beliebig, 0-1499.

CAN (optional): Trigger auf Segmentbeginn, Segmenttyp (Daten, Remote, Fehler, Überlastung), Kennung (Standard oder erweitert), Daten, Kennung und Daten, Segmentende, fehlende Bestätigung oder Bit-Stuffing-Fehler in CAN-Signalen bis 1 Mb/s. Daten können weiter zum Triggern auf einen bestimmten Datenwert im Verhältnis ≤, <, =, >, ≥, oder ≠ angegeben werden. Der vom Benutzer einstellbare Abtastpunkt ist standardmäßig auf 50 % eingestellt.

LIN (optional): Trigger auf Sync, Kennung, Daten, Kennung und Daten, Wakeup-Frame, Sleep-Frame, Fehler wie Sync-, Paritäts- oder Prüfsummenfehler bis zu 100 KBit/s (nach LIN-Definition, 20 KBit/s).

FlexRay (optional): Trigger auf Frame-Beginn, Frame-Typ (Normal, Payload, Null, Sync, Startup), Kennung, Zykluszähler, Vollständiges Header-Feld, Daten, Kennung und Daten, Frame-Ende oder Fehler wie Header-CRC-, Trailer-CRC-, Null-Frame-, Sync-Frame- oder Startup-Frame-Fehler bis zu 100 MBit/s.

MIL-STD-1553 (optional): Trigger auf Sync, Worttyp[3] (Befehl, Status, Daten), Befehlswort (RT-Adresse, T/R, Subadresse/Modus, Datenwortzahl/Moduscode und Parität einzeln festlegen), Statuswort (RT-Adresse, Meldungsfehler, Instrumentation, Service-Anforderungsbit, Empfangener Broadcast-Befehl, Ausgelastet, Subsystem-Flag, DBCA (Dynamic Bus Control Acceptance), Terminal-Flag und Parität einzeln festlegen), Datenwort (benutzerdefinierter 16-Bit-Wert), Fehler (Sync, Parität, Manchester, nicht zusammenhängende Daten), Leerlaufzeit (wählbare Mindestzeit zwischen 2 µs und 100 µs; wählbare maximale Zeit zwischen 2 µs und 100 µs; Trigger auf < Minimum, > Maximum, innerhalb des Bereichs, außerhalb des Bereichs). Die RT-Adresse kann weiter zum Triggern auf =, ≠, <, >, ≤, ≥ einem bestimmten Wert oder innerhalb bzw. außerhalb eines Datenbereichs angegeben werden.

I²S/LJ/RJ/TDM (optional): Trigger auf Wortauswahl, Frame-Sync oder Daten. Daten können weiter zum Triggern auf ≤, <, =, >, ≥, ≠ einem bestimmten Datenwert oder innerhalb bzw. außerhalb eines bestimmten Datenbereichs angegeben werden. Die maximale Datenrate für I²S/LJ/RJ beträgt 12,5 MBit/s. Die maximale Datenrate für TDM beträgt 25 MBit/s.

Parallel: Trigger auf einen Datenwert im Parallelbus. Der Parallelbus kann 1 bis 20 Bit groß sein (ab den Digital- und Analogkanälen). Binäre und hexadezimale Basiswerte werden unterstützt.

[1] High-Speed-Unterstützung ist nur bei Modellen mit 1 GHz Analogkanalbandbreite verfügbar.

[2] Für 100BASE-TX werden Modelle mit ≥350 MHz Bandbreite empfohlen.

[3] Bei Trigger-Auswahl eines Befehlsworts wird auf Befehls- und mehrdeutige Befehls-/Statuswörter getriggert. Bei Trigger-Auswahl eines Statusworts wird auf Status- und mehrdeutige Befehls-/Statuswörter getriggert.

Erfassungssystem

Erfassungsmodi –

Abtasten: Erfassung von Abtastwerten.

Peak-Werterfassung: Erfassung von Glitches bis zu 800 ps (Modelle mit 1 GHz) oder 1,6 ns (Modelle mit ≤500 MHz) bei allen Ablenkgeschwindigkeiten.

Mittelwertbildung: Mittelwerterfassung einstellbar von 2 bis 512 Signalen.

Hüllkurve: Die Min-Max-Hüllkurve zeigt die Peak-Werte für mehrere Erfassungen an.

Hi Res: Mithilfe von Echtzeit-Boxcar-Mittelwertbildung wird zufälliges Rauschen verringert und die vertikale Auflösung wird erhöht.

Rollmodus: Lässt die Signale mit einer Ablenkgeschwindigkeit von maximal 40 ms/div von rechts nach links über den Bildschirm laufen.

Signalmessungen

Cursor – Signal und Bildschirm.

Automatische Messungen (Zeitbereich) – 29, wovon bis zu acht jederzeit auf dem Bildschirm angezeigt werden können. Gemessen werden: Periode, Frequenz, Verzögerung, Anstiegszeit, Abfallzeit, positives Tastverhältnis, negatives Tastverhältnis, positive Pulsbreite, negative Pulsbreite, Burstbreite, Phase, positives Überschwingen, negatives Überschwingen, Peak-zu-Peak, Amplitude, High- bzw. Low-Werte, Minimum und Maximum, Mittelwert, Zyklusmittelwert, Effektivwert, Zyklus-Effektivwert, Anzahl positiver und negativer Impulse, Anzahl ansteigender und abfallender Flanken, Fläche und Zyklusfläche.

Automatische Messungen (Frequenzbereich) – 3, wovon jeweils eine auf dem Bildschirm angezeigt werden kann. Gemessen werden: Kanalleistung, ACPR und belegte Bandbreite (OBW).

Messstatistik – Mittelwert, Min, Max, Standardabweichung.

Referenzpegel – Benutzerdefinierbare Referenzpegel für automatische Messungen können in Prozent oder Einheiten angegeben werden.

Gating – Isolierung des bestimmten Vorkommens innerhalb einer Erfassung zur Durchführung von Messungen mithilfe des Bildschirmcursors oder des Signalcursors.

Signalhistogramm – Ein Signalhistogramm umfasst eine Reihe von Datenwerten, die die Gesamtzahl der Treffer in einem benutzerdefinierten Bereich der Anzeige darstellen. Ein Signalhistogramm ist sowohl eine visuelle Darstellung der Trefferverteilung als auch eine Menge von numerischen Werten, die gemessen werden können.

Quellen – Kanal 1, Kanal 2, Kanal 3, Kanal 4, Ref 1, Ref 2, Ref 3, Ref 4, Math

Arten – vertikal, horizontal.

Signalhistogrammmessungen – Signalzählung, Hits in Box, Peak Hits, Median, Max, Min, Peak-zu-Peak, Mittelwert, Standardabweichung, Sigma 1, Sigma 2, Sigma 3

Signalberechnung

Arithmetisch – Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division von Signalen.

Mathematische Funktionen – Integrieren, Differenzieren, FFT (schnelle Fourier-Transformation).

FFT – Spektralgröße. FFT-Vertikalskala auf Linear (Effektivwert) oder dBV (eff.) und FFT-Fenster auf Rechteck, Hamming, Hanning oder Blackman-Harris einstellbar.

Spektrumberechnung – Addieren oder Subtrahieren von Kurven im Frequenzbereich.

Höhere Mathematik – Definieren von umfassenden algebraischen Ausdrücken mit Signalen, Referenzsignalen, math. Funktionen (FFT, Intg, Diff, Log, Exp, Sqrt, Abs, Sinus, Kosinus, Tangens, Rad, Deg), Skalaren, bis zu zwei benutzerdefinierbaren Variablen und Ergebnissen parametrischer Messungen (Periode, Freq, Verzögerung, Anstieg, Abfall, PosBreite, NegBreite, BurstBreite, Phase, PosTastverhältnis, NegTastverhältnis, PosÜberschwingen, NegÜberschwingen, Peak-Peak, Amplitude, Effektivwert, Zyklus-Effektivwert, High- bzw. Low-Werte, Max und Min, Mittelwert, Zyklusmittelwert, Fläche, Zyklusfläche und Trenddarstellungen), z. B. (Intg(Ch1 - Mean(Ch1)) × 1,414 × VAR1).

Leistungsmessungen (optional)

Messungen der Stromqualität – V_{Eff}, $V_{Crestfaktor}$, Frequenz, I_{Eff}, $I_{Crestfaktor}$, Wirkleistung, Scheinleistung, Blindleistung, Leistungsfaktor, Phasenwinkel.

Schaltverlustmessungen –

Leistungsverlust: T_{Ein}, T_{Aus}, Leitungs-, Gesamtverlust.

Energieverlust: T_{Ein}, T_{Aus}, Leitungs-, Gesamtverlust.

Oberwellen – THD-F-, THD-R-, Effektivwert-Messungen. Grafische und tabellarische Anzeige der Oberwellen. Test auf IEC61000-3-2 Klasse A und MIL-STD1399 Abschnitt 300A.

Restwelligkeitsmessungen – $V_{Restwelligkeit}$ und $I_{Restwelligkeit}$.

Modulationsanalyse – Grafische Anzeige der Modulationsarten von positiver Impulsbreite, negativer Impulsbreite, Periode, Frequenz, positivem Tastverhältnis und negativem Tastverhältnis.

Sicherer Betriebsbereich – Grafische Anzeige und Maskentests von Messungen des sicheren Betriebsbereichs eines Schaltnetzteils.

dV/dt- und dI/dt-Messungen – Cursormessungen der Anstiegs-/Abfallrate.

Grenzwert-/Maskentests (optional)

Enthaltene Standardmasken[4] – ITU-T, ANSI T1.102, USB

Prüfquelle –

Grenzwerttest: Jeder beliebige Kanal Ch1 - Ch4 oder R1 - R4

Maskentest: Jeder beliebige Kanal Ch1 - Ch4

Maskenerstellung – Vertikale Toleranz der Grenzwertprüfung von 0 bis 1 Unterteilung in 1 m Unterteilungsinkrementen; Horizontale Toleranz des Grenzwerttests von 0 bis 500 m Unterteilung in 1 m Unterteilungsinkrementen.

Laden der Standardmaske aus dem internen Speicher.

Laden einer benutzerdefinierten Maske aus einer Textdatei mit bis zu acht Segmenten.

Maskenskalierung –

EIN für "Maske an Quelle koppeln" (Maske wird automatisch mit den geänderten Quellkanaleinstellungen neu skaliert).

AUS für "Maske an Quelle koppeln" (Maske wird mit den geänderten Quellkanaleinstellungen nicht neu skaliert).

Prüfkriterien gültig bis –

Mindestanzahl von Signalen (von 1 bis 1.000.000; Unendlich)

Abgelaufene Mindestzeit (von 1 Sekunde bis zu 48 Stunden; Unendlich)

Verletzungsschwellwert – Von 1 bis 1.000.000

Aktionen bei fehlgeschlagenem Test – Erfassung stoppen, Bildschirminhalt in einer Datei speichern, Signal in einer Datei speichern, Bildschirminhalt drucken, Triggerausgangimpuls, Ferngesteuerte Schnittstellen-Serviceanforderung (SRQ) einstellen.

Aktionen bei abgeschlossenem Test – Triggerausgangimpuls, Ferngesteuerte Schnittstellen-Serviceanforderung (SRQ) einstellen.

Ergebnisanzeige – Prüfstatus, Anzahl der Signale, Anzahl der Verletzungen, Verletzungsrate, Anzahl der Prüfungen, fehlgeschlagene Prüfungen, Fehlerrate prüfen, abgelaufene Zeit, Anzahl der Treffer für jedes Maskensegment.

[4] Für Telekommunikationsstandards >55 MBit/s werden Modelle mit ≥350 MHz Bandbreite empfohlen. Für Hochgeschwindigkeits-USB werden Modelle mit 1 GHz Bandbreite empfohlen.

Software

NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition – Eine für Ihr Tektronix-Oszilloskop optimierte, völlig interaktive Softwareumgebung für Messungen, die Ihnen das sofortige Erfassen, Generieren, Analysieren, Vergleichen, Importieren und Speichern von Messdaten und Signalen über eine intuitive Drag-and-Drop-Benutzeroberfläche ermöglicht, die keine Programmierung erfordert.
Die Software ermöglicht standardmäßig das permanente Erfassen, Steuern, Anzeigen und Exportieren der Echtzeit-Signaldaten der Analogkanäle. Die Vollversion (SIGEXPTE), die zusammen mit jedem Gerät für eine 30-Tage-Testphase erhältlich ist, bietet Funktionen für zusätzliche Signalverarbeitung, erweiterte Analyse, Mixed-Signals, Wobbeln, Grenzwertprüfung und benutzerdefinierte Schritte.

OpenChoice® Desktop – Ermöglicht die schnelle und einfache Kommunikation zwischen einem Windows PC und Ihrem Oszilloskop über USB oder LAN. Übertragen und Speichern von Einstellungen, Signalen, Messungen und Bildschirminhalten. Über die enthaltenen Word- und Excel-Symbolleisten kann die Übertragung von Erfassungsdaten und Bildschirminhalten vom Oszilloskop in Word und Excel zur schnellen Berichterstellung oder weiteren Analyse automatisiert werden.

IVI-Treiber – Stellt eine Standardschnittstelle zur Geräteprogrammierung für gängige Anwendungen wie LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft .NET und MATLAB bereit.

Webbasierte Fernsteuerung über e*Scope® – Ermöglicht die Steuerung des Oszilloskops über eine Netzwerkverbindung mit einem standardmäßigen Internet-Browser. Geben Sie einfach die IP-Adresse oder den Netzwerknamen des Oszilloskops ein. Daraufhin wird eine Internetseite im Browser geöffnet.

Webschnittstelle LXI Klasse C – Ermöglicht den Anschluss an das Oszilloskop über einen standardmäßigen Internet-Browser. Geben Sie einfach die IP-Adresse oder den Netzwerknamen des Oszilloskops in die Adressleiste des Browsers ein. Die Webschnittstelle ermöglicht die Anzeige von Gerätestatus und -konfiguration, Status und Änderung von Netzwerkeinstellungen sowie die Gerätesteuerung über die webbasierte Fernsteuerungsfunktion e*Scope. Alle Web-Interaktionen entsprechen den Anforderungen der Spezifikation LXI Klasse C, Version 1.3.

Anzeigesystem

Displaytyp – 10,4 Zoll (264 mm) Flüssigkristall-TFT-Farbdisplay

Bildschirmauflösung – 1024 (horizontal) x 768 Pixel (vertikal) (XGA).

Interpolation – Sin(x)/x

Signalformen – Vektoren, Punkte, variable Nachleuchtdauer, unendliche Nachleuchtdauer.

Raster – Voll, Gitter, Fadenkreuz, Rahmen, IRE und mV.

Format – YT und gleichzeitiges XY/YT

Maximale Signal-Erfassungsrate – >50.000 Signale pro Sekunde.

Eingangs-/Ausgangsanschlüsse

USB 2.0-Hochgeschwindigkeits-Hostanschluss – Unterstützt USB-Massenspeichergeräte, -Drucker und -Tastaturen. Zwei Anschlüsse am Frontpaneel und zwei Anschlüsse auf der Rückseite des Geräts.

USB 2.0-Geräteanschluss – Der Anschluss auf der Rückseite ermöglicht die Kommunikation/Steuerung des Oszilloskops über USBTMC oder GPIB (mit einem TEK-USB-488) sowie direktes Drucken auf allen PictBridge-kompatiblen Druckern.

LAN-Anschluss – RJ-45-Anschluss, unterstützt 10/100/1000 MBit/s

Videoausgang – DB-15-Steckbuchse für die Übertragung der Bilddaten des Oszilloskopdisplays an einen externen Monitor oder Projektor. XGA-Auflösung.

Tastkopfkompensator, Ausgangsspannung und -frequenz – Kontaktstifte auf dem Frontpaneel

Amplitude: 0 bis 2,5 V
Frequenz: 1 kHz

Zusätzlicher Ausgang – Anschluss (BNC) auf der Rückseite.

V_{AUS} (Hi): ≥2,5 V Leerlauf, ≥1,0 V 50 Ω gegen Masse
V_{AUS} (Lo): ≤0,7 V bei einer Last von ≤4 mA; ≤0,25 V 50 Ω gegen Masse
Der Ausgang kann so konfiguriert werden, dass ein Impulsausgangssignal ausgegeben wird, wenn das Oszilloskop triggert, der interne Referenztaktausgang des Oszilloskops oder ein Ereignisausgang für den Grenzwert-/Maskentest.

Externer Referenzeingang – Ermöglicht die phasengleiche Synchronisierung eines Zeitbasissystems mit einem externen Referenzsignal von 10 MHz (10 MHz ±1 %).

Kensington-Schloss – Der Sicherheitsschlitz auf der Rückseite ist für ein Kensington-Schloss vorgesehen.

VESA-Montage – Standard (MIS-D 100) 100 mm VESA-Montagepunkte auf der Geräterückseite.

LXI (LAN eXtensions for Instrumentation)

Klasse – LXI Klasse C

Version – V1.3

Stromversorgung

Netzspannung – 100 bis 240 V ±10 %

Netzfrequenz –

50 bis 60 Hz ±10 % bei 100 bis 240 V ±10 %
400 Hz ±10 % bei 115 V ±13 %

Leistungsaufnahme – Max. 225 W

Maße und Gewichte

Abmessungen –

Höhe: 229 mm
Breite: 439 mm
Tiefe: 147 mm

Gewicht –

Netto: 5 kg
Versand: 10,7 kg

Rack-Montage – 5 HE

Kühlabstand – 51 mm auf der linken Seite und auf der Rückseite des Geräts

EMV, Umgebung und Sicherheit

Temperatur –
Betrieb: 0 bis +50 ºC
Lagerung: -20 bis +60 ºC

Luftfeuchtigkeit –
Betrieb:
Hoch: 40 bis 50 ºC, 10 bis 60 % relative Luftfeuchtigkeit
Niedrig: 0 bis 40 ºC, 10 bis 90 % relative Luftfeuchtigkeit
Lagerung:
Hoch: 40 bis 60 ºC, 5 bis 60 % relative Luftfeuchtigkeit
Niedrig: 0 bis 40 ºC, 5 bis 90 % relative Luftfeuchtigkeit

Höhe über NN –
Betrieb: 3.000 m
Lagerung: 9.144 m

Gesetzliche Bestimmungen –
Elektromagnetische Kompatibilität: EMV-Richtlinie 2004/108/EG
Sicherheit: UL61010-1:2004, CAN/CSA 22.22 No. 61010.1: 2004, Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG und EN61010-1:2001, IEC 61010-1:2001, ANSI 61010-1-2004, ISA 82.02.01

Bestellinformationen

MDO4000-Serie

MDO4014-3 – Mixed-Domain-Oszilloskop mit (4) 100 MHz Analogkanälen, (16) Digitalkanälen und (1) 3 GHz HF-Eingang
MDO4034-3 – Mixed-Domain-Oszilloskop mit (4) 350 MHz Analogkanälen, (16) Digitalkanälen und (1) 3 GHz HF-Eingang
MDO4054-3 – Mixed-Domain-Oszilloskop mit (4) 500 MHz Analogkanälen, (16) Digitalkanälen und (1) 3 GHz HF-Eingang
MDO4054-6 – Mixed-Domain-Oszilloskop mit (4) 500 MHz Analogkanälen, (16) Digitalkanälen und (1) 6 GHz HF-Eingang
MDO4104-3 – Mixed-Domain-Oszilloskop mit (4) 1 GHz Analogkanälen, (16) Digitalkanälen und (1) 3 GHz HF-Eingang
MDO4104-6 – Mixed-Domain-Oszilloskop mit (4) 1 GHz Analogkanälen, (16) Digitalkanälen und (1) 6 GHz HF-Eingang

Standardzubehör

Tastköpfe

Modelle mit ≤500 MHz – TPP0500, 500 MHz Bandbreite, 10fach, 3,9 pF. Ein passiver Spannungstastkopf pro Analogkanal.
Modelle mit 1 GHz – TPP1000, 1 GHz Bandbreite, 10fach, 3,9 pF. Ein passiver Spannungstastkopf pro Analogkanal.
Alle Modelle – Ein 16-Kanal Logiktastkopf P6616 und ein Logiktastkopf-Zubehörsatz (020-2662-xx).

Zubehör

200-5130-xx – Frontschutzabdeckung
103-0045-00 – N-BNC-Adapter
063-4367-xx – Dokumentations-CD
016-2030-xx – Zubehörtasche
— – Benutzerhandbuch
— – Netzkabel
— – OpenChoice® Desktop-Software
— – Software „NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition“
— – Kalibrierungszertifikat zur Dokumentation der Rückverfolgbarkeit auf die Messstandards der nationalen Metrologieinstitute und ISO-9001-Qualitätssystemregistrierung.

Garantie

3-Jahres-Garantie; umfasst alle Arbeitsleistungen und Teile; Tastköpfe ausgenommen.

Anwendungsmodule

Anwendungsmodule verfügen über Lizenzen, die zwischen einem Anwendungsmodul und einem Oszilloskop übertragen werden können. Die Lizenz kann im Modul enthalten sein. Dadurch kann das Modul für mehrere Oszilloskope verwendet werden. Die Lizenz kann jedoch auch im Oszilloskop enthalten sein. Dann kann das Modul entfernt und an einem sicheren Ort aufbewahrt werden. Wenn die Lizenz an ein Oszilloskop übertragen und das Modul entfernt wird, können mehr als vier Anwendungen gleichzeitig verwendet werden.

DPO4AERO – Serielles Trigger- und Analysemodul für Luft- und Raumfahrt. Ermöglicht das Triggern auf Informationen auf Paketebene bei MIL-STD-1553-Bussen sowie Analysewerkzeugen, wie z. B. Digitalansichten des Signals, Busansichten, Paketdekodierung, Suchwerkzeuge und Paketdekodierungstabellen mit Zeitstempelinformationen.
Signaleingänge – Jeder beliebige Kanal Ch1 - Ch4, Math, Ref1 - Ref4
Empfohlene Abtastung – Differentiell oder single-ended (nur ein single-ended Signal erforderlich)

DPO4AUDIO – Serielles Trigger- und Analysemodul für Audio. Ermöglicht das Triggern auf Informationen auf Paketebene bei I²S-, LJ-, RJ- und TDM-Audiobussen sowie Analysewerkzeugen, wie z. B. Digitalansichten des Signals, Busansichten, Paketdekodierung, Suchwerkzeuge und Paketdekodierungstabellen mit Zeitstempelinformationen.
Signaleingänge – Jeder beliebige Kanal Ch1 - Ch4 sowie D0 - D15
Empfohlene Abtastung – Single-ended

DPO4AUTO – Serielles Trigger- und Analysemodul für die Automobiltechnik. Ermöglicht das Triggern auf Informationen auf Paketebene bei CAN- und LIN-Bussen sowie Analysewerkzeugen, wie z. B. Digitalansichten des Signals, Busansichten, Paketdekodierung, Suchwerkzeuge und Paketdekodierungstabellen mit Zeitstempelinformationen.
Signaleingänge – LIN: Jeder beliebige Kanal Ch1 - Ch4 sowie D0 - D15; CAN: Jeder beliebige Kanal Ch1 - Ch4 sowie D0 - D15
Empfohlene Abtastung – LIN: Single-ended; CAN: Single-ended oder differentiell

DPO4AUTOMAX – Erweitertes serielles Trigger- und Analysemodul für die Automobiltechnik. Ermöglicht das Triggern auf Informationen auf Paketebene bei CAN-, LIN- und FlexRay-Bussen sowie Analysewerkzeugen, wie z. B. Digitalansichten des Signals, Busansichten, Paketdekodierung, Suchwerkzeugen und Paketdekodierungstabellen mit Zeitstempelinformationen und Augendiagramm-Analysesoftware.
Signaleingänge – LIN: Jeder beliebige Kanal Ch1 - Ch4 sowie D0 - D15; CAN: Jeder beliebige Kanal Ch1 - Ch4 sowie D0 - D15; FlexRay: Jeder beliebige Kanal Ch1 - Ch4 sowie D0 - D15
Empfohlene Abtastung – LIN: Single-ended; CAN, FlexRay: Single-ended oder differentiell

DPO4COMP – Serielles Trigger- und Analysemodul für die Computertechnik. Ermöglicht das Triggern auf Informationen auf Paketebene bei RS-232/422/485/UART-Bussen sowie Analysewerkzeugen, wie z. B. Digitalansichten des Signals, Busansichten, Paketdekodierung, Suchwerkzeuge und Paketdekodierungstabellen mit Zeitstempelinformationen.
Signaleingänge – Jeder beliebige Kanal Ch1 - Ch4 sowie D0 - D15
Empfohlene Abtastung – RS-232/UART: Single-ended; RS-422/485: Differential.

DPO4EMBD – Serielles Trigger- und Analysemodul für integriertes Design. Ermöglicht das Triggern auf Informationen auf Paketebene bei I²C- und SPI-Bussen sowie Analysewerkzeugen, wie z. B. Digitalansichten des Signals, Busansichten, Paketdekodierung, Suchwerkzeuge und Paketdekodierungstabellen mit Zeitstempelinformationen.
Signaleingänge – I²C: Jeder beliebige Kanal Ch1 - Ch4 sowie D0 - D15; SPI: Jeder beliebige Kanal Ch1 - Ch4 sowie D0 - D15
Empfohlene Abtastung – Single-ended

DPO4ENET – Serielles Trigger- und Analysemodul für Ethernet. Ermöglicht das Triggern auf Informationen auf Paketebene bei 10BASE-T- und 100BASE-TX-[5]-Bussen sowie Analysewerkzeugen, wie z. B. Digitalansichten des Signals, Busansichten, Paketdekodierung, Suchwerkzeuge und Paketdekodierungstabellen mit Zeitstempelinformationen.
Signaleingänge – Jeder beliebige Kanal Ch1 - Ch4, Math, Ref1 - Ref4
Empfohlene Abtastung – 10BASE-T: Single-ended oder differentiell; 100BASE-TX: Differential.

DPO4USB – Serielles Trigger- und Analysemodul für USB. Ermöglicht das Triggern auf Informationen auf Paketebene bei seriellen Low-Speed-, Full-Speed und High-Speed-USB-Bussen sowie Analysewerkzeugen, wie z. B. Digitalansichten des Signals, Busansichten, Paketdekodierung, Suchwerkzeuge und Paketdekodierungstabellen mit Zeitstempelinformationen für serielle Low-Speed-, Full-Speed- und High-Speed-USB-Busse.[6]
Signaleingänge – Low-Speed und Full-Speed: Jeder beliebige Kanal Ch1 - Ch4, D0 - D15; Low-Speed, Full-Speed und High-Speed: Jeder beliebige Kanal Ch1 - Ch4, Math, Ref1 - Ref4.
Empfohlene Abtastung – Low-Speed und Full-Speed: Single-ended oder differentiell; High-Speed: Differential.

DPO4PWR – Leistungsanalyse-Anwendungsmodul. Ermöglicht die schnelle und genaue Analyse von Leistungsqualität, Schaltverlust, Oberwellen, sicherem Betriebsbereich, Modulation, Restwelligkeit und Anstiegs-/Abfallrate (di/dt, dV/dt).

DPO4LMT – Anwendungsmodul Grenzwert- und Maskentest. Ermöglicht das Testen mit Grenzwertvorlagen, die anhand von „idealen" Signalen generiert wurden, sowie Maskentests mit benutzerdefinierten bzw. standardmäßigen Telekommunikations- oder Computer-Masken.[7]

DPO4VID – HDTV und benutzerdefiniertes (nicht standardmäßiges) Videotriggerungsmodul.

MDO4TRIG – HF-Leistungspegel-Komfort-Trigger-Modul. Ermöglicht bei folgenden Triggerarten die Verwendung des Leistungspegels am HF-Eingang als Quelle: Impulsbreite, Runt, Timeout, Logik und Sequenz.

[5] Für 100BASE-TX werden Modelle mit ≥350 MHz Bandbreite empfohlen.

[6] USB High-Speed-Unterstützung ist nur bei Modellen mit 1 GHz Analogkanalbandbreite verfügbar.

[7] Für Telekommunikationsstandards >55 MBit/s werden Modelle mit ≥350 MHz Bandbreite empfohlen. Für Hochgeschwindigkeits-USB werden Modelle mit 1 GHz Bandbreite empfohlen.

Gerätezubehör

Netzkabel- und Netzsteckeroptionen

Opt. A0 – Nordamerika (115 V, 60 Hz)
Opt. A1 – Europa allgemein (220 V, 50 Hz)
Opt. A2 – Großbritannien (240 V, 50 Hz)
Opt. A3 – Australien (240 V, 50 Hz)
Opt. A5 – Schweiz (220 V, 50 Hz)
Opt. A6 – Japan (100 V, 110/120 V, 60 Hz)
Opt. A10 – China (50 Hz)
Opt. A11 – Indien (50 Hz)
Opt. A12 – Brasilien (60 Hz)
Opt. A99 – Kein Netzkabel

Sprachoptionen

Opt. L0 – Handbuch in Englisch
Opt. L1 – Handbuch in Französisch
Opt. L2 – Handbuch in Italienisch
Opt. L3 – Handbuch in Deutsch
Opt. L4 – Handbuch in Spanisch
Opt. L5 – Handbuch in Japanisch
Opt. L6 – Handbuch in Portugiesisch
Opt. L7 – Handbuch in Chinesisch (vereinfacht)
Opt. L8 – Handbuch in Chinesisch (traditionell)
Opt. L9 – Handbuch in Koreanisch
Opt. L10 – Handbuch in Russisch
Opt. L99 – Kein Handbuch
Die Sprachoptionen umfassen für die gewählte(n) Sprache(n) ein übersetztes Overlay für das Frontpaneel.

Serviceoptionen

Opt. C3 – 3-Jahres-Kalibrierservice
Opt. C5 – 5-Jahres-Kalibrierservice
Opt. D1 – Kalibrierungsdatenbericht
Opt. D3 – Kalibrierungsdatenbericht für 3 Jahre (mit Option C3)
Opt. D5 – Kalibrierungsdatenbericht für 5 Jahre (mit Option C5)
Opt. G3 – 3-Jahres-Rundum-Service (einschließlich Leihprodukt, geplante Kalibrierung und mehr)
Opt. G5 – 5-Jahres-Rundum-Service (einschließlich Leihprodukt, geplante Kalibrierung und mehr)
Opt. R5 – Reparaturservice, 5 Jahre (einschließlich Garantie)
Opt. SILV900 – Standardgarantie, auf 5 Jahre verlängert

Die Garantie und Serviceleistungen für das Oszilloskop erstrecken sich nicht auf Tastköpfe und Zubehör. Die jeweiligen Garantie- und Kalibrierungsbedingungen finden Sie im Datenblatt für die betreffenden Tastköpfe und Zubehörteile.

Empfohlenes Zubehör

Tastköpfe

Tektronix bietet über 100 verschiedene Tastköpfe an, um Ihre Anwendungsanforderungen zu erfüllen. Eine umfassende Liste der erhältlichen Tastköpfe finden Sie unter www.tektronix.com/probes.

TPP0500 – Passiver TekVPI®-Spannungstastkopf, 500 MHz, 10fach, mit 3,9 pF Eingangskapazität
TPP0502 – Passiver TekVPI-Spannungstastkopf, 500 MHz, 2fach, mit 12,7 pF Eingangskapazität
TPP0850 – Passiver TekVPI-Hochspannungstastkopf, 800 MHz, 50fach, 2,5 kV
TPP1000 – Passiver TekVPI-Spannungstastkopf, 1 GHz, 10fach, mit 3,9 pF Eingangskapazität
TAP1500 – Aktiver TekVPI-Spannungstastkopf, 1,5 GHz, single-ended
TAP2500 – Aktiver TekVPI-Spannungstastkopf, 2,5 GHz, single-ended
TAP3500 – Aktiver TekVPI-Spannungstastkopf, 3,5 GHz, single-ended
TCP0030 – AC/DC-TekVPI-Stromtastkopf, 120 MHz, 30 A
TCP0150 – AC/DC-TekVPI-Stromtastkopf, 20 MHz, 150 A
TDP0500 – TekVPI-Differenzspannungstastkopf, 500 MHz, ±42 V Differentialeingangsspannung
TDP1000 – TekVPI-Differenzspannungstastkopf, 1 GHz, ±42 V Differentialeingangsspannung
TDP1500 – TekVPI-Differenzspannungstastkopf, 1,5 GHz, ±8,5 V Differentialeingangsspannung
TDP3500 – TekVPI-Differenzspannungstastkopf, 3,5 GHz, ±2 V Differentialeingangsspannung
THDP0200 – TekVPI-Hochspannungs-Differenztastkopf, 200 MHz, ±1,5 kV
THDP0100 – TekVPI-Hochspannungs-Differenztastkopf, 100 MHz, ±6 kV
TMDP0200 – TekVPI-Hochspannungs-Differenztastkopf, 200 MHz, ±750 V
P5100A – Passiver Hochspannungstastkopf, 500 MHz, 100fach, 2,5 kV
P5200A – Hochspannungs-Differenztastkopf, 50 MHz, 1,3 kV

Zubehör

TPA-N-PRE – Vorverstärker, 12 dB Nennverstärkung, 9 kHz bis 6 GHz
119-4146-00 – Nahfeldtastkopfset, 100 kHz bis 1 GHz
119-6609-00 – Flexible Monopolantenne
TPA-N-VPI – N-TekVPI-Adapter
077-0585-xx – Wartungshandbuch (nur in Englisch)
TPA-BNC – BNC-Adapter TekVPI® auf TekProbe™
TEK-DPG – TekVPI-Deskew-Impulsgenerator-Signalquelle
067-1686-xx – Vorrichtung für Leistungsmessungs-Deskew und Kalibrierung
SIGEXPTE – Software LabVIEW Signal Express™ Tektronix Edition von National Instruments – Vollversion
FPGAView-A-MSO – Unterstützung für Altera-FPGAs
FPGAView-X-MSO – Unterstützung für Xilinx-FPGAs
TEK-USB-488 – GPIB-USB-Adapter
ACD4000B – Transporttasche
HCTEK54 – Hartschalenkoffer (ACD4000B erforderlich)
RMD5000 – Rack-Einbausatz

CE

Tektronix ist vom SRI Quality System Registrar für ISO 9001 und ISO 14001 registriert.

Die Produkte entsprechen der Norm IEEE 488.1-1987, RS-232-C sowie den Standardcodes und -formaten von Tektronix.

Contact Tektronix:

ASEAN / Australasia (65) 6356 3900

Austria 00800 2255 4835*

Balkans, Israel, South Africa and other ISE Countries +41 52 675 3777

Belgium 00800 2255 4835*

Brazil +55 (11) 3759 7627

Canada 1 800 833 9200

Central East Europe and the Baltics +41 52 675 3777

Central Europe & Greece +41 52 675 3777

Denmark +45 80 88 1401

Finland +41 52 675 3777

France 00800 2255 4835*

Germany 00800 2255 4835*

Hong Kong 400 820 5835

India 000 800 650 1835

Italy 00800 2255 4835*

Japan 81 (3) 6714 3010

Luxembourg +41 52 675 3777

Mexico, Central/South America & Caribbean 52 (55) 56 04 50 90

Middle East, Asia, and North Africa +41 52 675 3777

The Netherlands 00800 2255 4835*

Norway 800 16098

People's Republic of China 400 820 5835

Poland +41 52 675 3777

Portugal 80 08 12370

Republic of Korea 001 800 8255 2835

Russia & CIS +7 (495) 7484900

South Africa +41 52 675 3777

Spain 00800 2255 4835*

Sweden 00800 2255 4835*

Switzerland 00800 2255 4835*

Taiwan 886 (2) 2722 9622

United Kingdom & Ireland 00800 2255 4835*

USA 1 800 833 9200

* European toll-free number. If not accessible, call: +41 52 675 3777

Updated 10 February 2011

For Further Information. Tektronix maintains a comprehensive, constantly expanding collection of application notes, technical briefs and other resources to help engineers working on the cutting edge of technology. Please visit **www.tektronix.com**

Copyright © Tektronix, Inc. All rights reserved. Tektronix products are covered by U.S. and foreign patents, issued and pending. Information in this publication supersedes that in all previously published material. Specification and price change privileges reserved. TEKTRONIX and TEK are registered trademarks of Tektronix, Inc. All other trade names referenced are the service marks, trademarks, or registered trademarks of their respective companies.

28 Sep 2012 48G-26875-4